




Lehrstuhl für Industrielogistik

Masterarbeit



Erarbeiten von ökonomischen und
ökologischen Potentialen und
Herausforderungen des Intermodalverkehrs
im Staubgütertransport

Hana Kostolanska, BSc

Februar 2023



EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt, und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

Ich erkläre, dass ich die Richtlinien des Senats der Montanuniversität Leoben zu "Gute wissenschaftliche Praxis" gelesen, verstanden und befolgt habe.

Weiters erkläre ich, dass die elektronische und gedruckte Version der eingereichten wissenschaftlichen Abschlussarbeit formal und inhaltlich identisch sind.

Datum 20.02.2023

Unterschrift Verfasser/in

Hana Kostolanska

Gleichheitsgrundsatz

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in dieser Arbeit darauf verzichtet, geschlechtsspezifische Formulierungen zu verwenden. Es wird ausdrücklich festgehalten, dass die bei Personen verwendeten maskulinen Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.

Danksagung

Mit dieser Seite möchte ich mich bei den Personen bedanken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben.

Zuerst gebührt mein Dank Herrn Dipl.- Ing. Philipp Miklautsch und Herrn Priv.-Doz. Dr. Manuel Woschank, die diese Arbeit betreut haben. Ich bedanke mich für die hilfreichen Ratschläge und die zuverlässige Unterstützung während der Zusammenarbeit.

Ich bedanke mich ebenfalls bei Herrn Univ.-Prof. Dr. Helmut Zsifkovits, der als Leiter des Lehrstuhls für Industrielogistik tätig ist, für die Möglichkeit diese Arbeit am Lehrstuhl durchführen zu können.

Kurzfassung

Aufgrund der Klimaziele der EU stellt die Reduktion der CO_2 -Emissionen in Unternehmen ein allgegenwärtiges Thema dar. Zur Erreichung dieser Ziele sind Unternehmen bestrebt daran, ihre Prozesse nachhaltiger zu gestalten. Da der Transport einen Sektor abbildet, der einen hohen Anteil an CO_2 -Emissionen verursacht, bietet sich für Unternehmen, die eine Reduktion der Emissionen erreichen wollen, die Betrachtung ihrer Transportprozesse an. Der LKW ist das am meisten genutzte Verkehrsmittel, gleichzeitig ist es auch jenes, welches die höchsten Treibhausgasemissionen verursacht. Potential besteht daher darin, den Straßentransport auf die Schiene oder das Binnenschiff zu verlegen. Wenn der LKW nur für den Einsatz vom Terminal oder Hafen zum Unternehmen oder umgekehrt verantwortlich ist, spricht man vom Intermodalverkehr.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den Herausforderungen, die während der Umsetzung und Planung des Intermodalverkehrs auftreten und beschreibt, wo seine Stärken liegen. Potential liegt in Industrien, die Massengüter transportieren und in energieintensiven Branchen, wie der Zement- und Stahlindustrie, wo der Anteil der Gesamtemissionen durch intermodale Transportlösungen reduziert werden kann. Ab welcher Transportstrecke der Intermodalverkehr wirtschaftlich vorteilhafter als der Direktverkehr ist, hängt von Einzelfall ab. Daher können Unternehmen in jedem Fall, unabhängig von der Transportstrecke, intermodale Transportvarianten in Betracht ziehen. Bei der Planung kommt es zu einem höheren organisatorischen Aufwand, da der Vor-, Nachlauf und die Umschläge geplant werden müssen. Somit sind auch mehrere Personen in der Transportkette beteiligt, was zu einer schwierigeren Kommunikation untereinander führt. Die internationalen Unterschiede der Eisenbahn und das geringe Schienen- und Binnenschiffverkehrsnetz führen zu weiteren Herausforderungen bei der Durchführung. Daher werden Investitionen in die Infrastruktur und die Standardisierung der Verkehrsinfrastruktur auf globaler Ebene gefordert. Als weitere politische Maßnahme wurde die Internalisierung externer Kosten genannt, bei der die Verkehrsmittel die externen Kosten übernehmen, die sie verursachen. Dies würde zu einer gerechteren Kostenstruktur zwischen den Verkehrsmitteln führen.

Abstract

Due to the EU's climate targets, the reduction of CO_2 -emissions in companies represents a current topic. To achieve these goals, companies are striving to make their processes more sustainable. Since transportation represents a sector that generates a high proportion of CO_2 -emissions, the firm's transportation processes are a good starting point. The most used means of transport are heavy-duty trucks, which, at the same time, cause the largest amount of greenhouse gas emissions. Therefore, there is potential in shifting road transport to rail or inland waterways. If the truck is only responsible for transport from the terminal or port to the company or reverse, the process is known as intermodal transport.

This thesis addresses the challenges that arise during the implementation and planning of intermodal transport and describes its strengths. Potential lies in industries that transport bulk goods and in energy-intensive industries, such as the cement and steel industries, where the share of total emissions can be reduced by intermodal transport solutions. The transport distance above which intermodal transport is economically more advantageous than direct transport depends on the individual case. Therefore, companies can consider intermodal transport options in any case, regardless of the transport distance. In planning, there is a higher organizational effort, because the pre-carriage, on-carriage and transshipments must be planned. Thus, several people are also involved in the transport chain, which leads to more difficult communication among them. The international differences of the railroads and the small rail and inland waterway transport network lead to further challenges in the implementation. Therefore, investment in infrastructure and standardization of transport infrastructure at the global level are called for. Another policy measure mentioned was the internalization of external costs, where modes of transport pay for the external costs, they generate. This would lead to a more equitable cost structure between transport modes.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Einleitung..... | 1 |
| 1.1 | Relevanz des Themas | 1 |
| 1.2 | Ausgangssituation..... | 1 |
| 1.3 | Problemstellung und Zielsetzung..... | 3 |
| 1.4 | Methodischen Vorgehensweise der Arbeit..... | 5 |
| 2 | Theoretische Grundlagen des Intermodalverkehrs..... | 7 |
| 2.1 | Begrifflichkeiten des Verkehrs..... | 7 |
| 2.2 | Grundlegendes zum Intermodalverkehr..... | 9 |
| 2.3 | Gliederung der Transportkette | 10 |
| 2.3.1 | Der ungebrochene Verkehr | 10 |
| 2.3.2 | Der unimodale Verkehr | 11 |
| 2.3.3 | Der gebrochene Verkehr..... | 12 |
| 2.3.4 | Der kombinierte Verkehr | 12 |
| 2.4 | Einblick in die ökologischen Aspekte der Verkehrsmittel..... | 12 |
| 2.4.1 | Maßnahmen zur Förderung der Schiene..... | 14 |
| 3 | Grundlegendes zur Verkehrswirtschaft | 15 |
| 3.1 | Transportlogistik..... | 16 |
| 3.1.1 | Strategien der umweltorientierten Transportlogistik | 16 |
| 3.1.2 | Transporttechnologische Merkmale der Ware | 18 |
| 3.2 | Umschlaglogistik..... | 19 |
| 3.3 | Umschlagterminal | 19 |
| 3.4 | Systemeigenschaften der Verkehrsmittel | 21 |
| 3.4.1 | Der Straßengüterverkehr | 21 |
| 3.4.2 | Der Schienengüterverkehr..... | 21 |
| 3.4.3 | Luftfrachtverkehr | 21 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.4.4 | Seefracht-/Binnenschiffgüterverkehr..... | 22 |
| 4 | Grundlegendes zu Staubgütern | 22 |
| 4.1 | Transportmöglichkeiten von Schüttgütern..... | 23 |
| 4.2 | Intermodaler Schüttguttransport – Weltseehandel und konkrete Beispiele von intermodalen Transportlösungen..... | 24 |
| 4.2.1 | Weltseehandel der Schüttgüter..... | 24 |
| 4.2.2 | Beispiele von intermodalen Transportlösungen..... | 25 |
| 5 | Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien..... | 26 |
| 5.1 | Vorgehensweise der explorativen Literaturrecherche | 27 |
| 5.2 | Vorgehensweise der systematischen Literaturrecherche und Analyse der Studien..... | 28 |
| 5.3 | Deskriptive Analyse | 31 |
| 5.4 | Einteilung der Studien in Kategorien..... | 35 |
| 5.5 | Analyse der Studien | 36 |
| 5.5.1 | Case Studies | 37 |
| 5.5.2 | Barrieren des Multimodalverkehrs..... | 52 |
| 5.5.3 | Politische Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten zur Förderung des Intermodalverkehrs..... | 56 |
| 5.5.4 | Betrachtung des Umwelt-, Kostenaspekts und der Transitzeit des Intermodalverkehrs..... | 61 |
| 6 | Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews..... | 66 |
| 6.1 | Ablauf der Durchführung und Auswertung der Interviews..... | 66 |
| 6.2 | Anwendung der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse ... | 70 |
| 6.3 | Darstellung der Ergebnisse der Interviewauswertung..... | 76 |
| 6.3.1 | Entwicklung des Intermodalverkehrs..... | 76 |
| 6.3.2 | Ideale durchschnittliche Transportstrecke für den Intermodalverkehr | 79 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 6.3.3 | Ideale Industrien für den Intermodalverkehr..... | 80 |
| 6.3.4 | Motivation für intermodale Transportlösungen..... | 81 |
| 6.3.5 | Negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr | 83 |
| 6.3.6 | Politische bzw. rechtliche Maßnahmen zur Förderung des Intermodalverkehrs..... | 85 |
| 6.3.7 | Maßnahmen zur Verbesserung der Dienstleistung..... | 89 |
| 6.3.8 | Herausforderungen bei der Durchführung des Intermodalverkehrs | 92 |
| 7 | Zusammenfassung der Ergebnisse | 95 |
| 8 | Conclusion..... | 100 |
| 9 | Literaturverzeichnis | 101 |
| 10 | Anhang..... | 112 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise der Arbeit | 7 |
| Abbildung 2: Darstellung der Transportkette | 10 |
| Abbildung 3: Darstellung des LKW-Direktverkehrs | 11 |
| Abbildung 4: Darstellung des Begegnungsverkehrs | 11 |
| Abbildung 5: Darstellung eines kombinierten Straßen-Schienenverkehrs..... | 12 |
| Abbildung 6: Anteil der Verkehrsmittel im Güterverkehr 2020 | 13 |
| Abbildung 7: Externe Kosten im EU-Durchschnitt | 14 |
| Abbildung 8: Einteilung der Aufgaben der Transportlogistik..... | 16 |
| Abbildung 9: Darstellung der Avoid-Shift-Improve Methode | 17 |
| Abbildung 10: Transporttechnologische Merkmale der Ware | 18 |
| Abbildung 11: Ziele der dispositiven Umschlaglogistik..... | 19 |
| Abbildung 12: Umschlagmöglichkeiten zwischen Verkehrsträgern | 20 |
| Abbildung 13: Beispiele für Schüttgüter..... | 23 |
| Abbildung 14: Darstellung des Weltseehandles mit Schüttgütern in Tonnenmeilen.... | 24 |
| Abbildung 15: Darstellung des Weltseehandles in Tonnenmeilen | 25 |
| Abbildung 16: Schlagwörter- und Synonymtabelle | 28 |
| Abbildung 17: Darstellung des Suchprozesses in Scopus | 29 |
| Abbildung 18: Deskriptive Analyse: Anzahl der Studien pro Jahr | 32 |
| Abbildung 19: Deskriptive Analyse: Anzahl der Studien pro Dokumententyp | 32 |
| Abbildung 20: Deskriptive Analyse: Anzahl der Studien pro Verlag | 33 |
| Abbildung 21: Deskriptive Analyse: Anzahl der Autoren pro Studie | 33 |
| Abbildung 22: Deskriptive Analyse: Art der Studien..... | 34 |
| Abbildung 23: Gliederung der Studien nach Kontinenten | 34 |
| Abbildung 24: Lösung der Simulation der Case Study 3..... | 44 |
| Abbildung 25: Anteile der externen Kosten in den Transportketten..... | 48 |
| Abbildung 26: Anteil externen Kosten der Verkehrsträger pro Transportkette..... | 49 |
| Abbildung 27: Ergebnisse der Emissions-Berechnung der Case Study 5..... | 52 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 28: Ablauf der Erarbeitung der Interviews..... | 66 |
| Abbildung 29: Ablauf der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse... | 69 |
| Abbildung 30: Ideale Industrien für den Intermodalverkehr..... | 81 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tabelle 1: Einteilung der Studien in Kategorien | 35 |
| Tabelle 2: Dazugehörige Studie und Autoren der behandelten Case Studies..... | 37 |
| Tabelle 3: Darstellung der durchschnittlichen externen Kosten und der externen Gesamtkosten der Case Study 1 | 39 |
| Tabelle 4: Darstellung der Barrieren und Potentiale der Case Study 1..... | 40 |
| Tabelle 5: Darstellung der politischen Barriere der Case Study 2..... | 42 |
| Tabelle 6: Werte für die in Case Study 3 verwendete Simulation | 42 |
| Tabelle 7: Darstellung der infrastrukturellen Barriere der Case Study 3..... | 45 |
| Tabelle 8: Darstellung externer Kosten der Verkehrsträger | 45 |
| Tabelle 9: Transportketten von Porto nach Stuttgart | 46 |
| Tabelle 10: Darstellung des Umweltaspekts der Case Study 4 | 49 |
| Tabelle 11: Darstellung der Szenarien der Case Study | 50 |
| Tabelle 12: Darstellung des Umweltaspekt der Case Study 5..... | 52 |
| Tabelle 13: Barrieren des Multimodalverkehrs..... | 53 |
| Tabelle 14: Darstellung der politischen Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten | 57 |
| Tabelle 15: Darstellung der Interviewpartner | 67 |
| Tabelle 16: Darstellung der Haupt- und Subkategorien der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse | 71 |
| Tabelle 17: Politische Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten zur Förderung des Intermodalverkehrs..... | 88 |
| Tabelle 18: Darstellung der Interviewfragen..... | 112 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|--|
| CCNR | Central Commission for the Navigation of the Rhine |
| DCT | Delivery Centre Trieste |
| DPF | Diesel particulate filter |
| ECA | Emission control area |
| EGR | Exhaust gas recirculation |
| FMEA | Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse |
| HSRF | High-speed rail freight |
| IWT | Inland waterways transport |
| KV | Kombinierter Verkehr |
| LNG | Liquefied natural gas |
| MT | Multimodaltransport |
| MV | Multimodalverkehr |
| NGT | Next Generation Train |
| PM | Particulate matter |
| PRD | Pearl River Delta |
| RCA | Rail Cargo Austria |
| RoRo | Roll on Roll off |
| SCR | Selective analytic reduction |
| SSS | Short Sea shipping |
| THG | Treibhausgase |
| VLSFO | Very low Sulphur Fuel Oil |
| VP | Verkehrsverflechtungsprognose |
| WS | Wet Scrubbing |
| WTT | Well-To-Tank |

Erarbeiten von ökonomischen und
ökologischen Potentialen und
Herausforderungen des
Intermodalverkehrs im
Staubgütertransport

Abbildungs-, Tabellen- und
Abkürzungsverzeichnis

WTW Well-To-Wheel

TEN-T Transeuropäische Verkehrsnetze

1 Einleitung

In diesem Kapitel wird auf die Relevanz des Themas näher eingegangen und ein Überblick über die Ausgangssituation gegeben. Anschließend wird die Problemstellung und Zielsetzung beschrieben sowie die methodische Vorgehensweise und die Gliederung der Arbeit dargestellt wird.

1.1 Relevanz des Themas

Der Güterverkehr stellt eine wesentliche Grundlage für unsere Wirtschaft dar.¹ Aufgrund der Globalisierung sind die Wertschöpfungsprozesse in den letzten Jahrzehnten immer transportintensiver geworden.² Daher erhöhte sich das Transportaufkommen und es kam zu einer Ausweitung des Transportnetzwerks.³ Angesichts der zentralen Lage stellt Österreich einen Verkehrsknotenpunkt für den Güterverkehr innerhalb Europas dar.⁴ Somit kommt es gleichzeitig zu einer Zunahme der externen Kosten und der Umweltschädigungen. Um diese negativen Einflüsse auf die Umwelt zu reduzieren, wird die Strategie „Vermeiden – Verlagern – Verbessern“ vorgeschlagen.⁵ Die Idee dieser Strategie besteht darin, die Transportleistung zu reduzieren, Transporte auf nachhaltigere Transportmittel zu verlagern und die Emissionsintensität aller Transporte zu reduzieren.⁶ Den umweltfreundlichsten Verkehr stellt jener Verkehr dar, der vermieden werden kann. Dies lässt sich mit einer wirksamen Raum- und Standortgestaltung mit kurzen Transportwegen erreichen. Wenn sich der Verkehr nicht vermeiden lässt, sollte er auf nachhaltigere Transportmittel verlagert werden. Dieser Verkehr muss zusätzlich verbessert werden, um den Energieverbrauch zu verringern.⁷

1.2 Ausgangssituation

Die zweite oben genannte Strategie, das Verlagern, beschreibt die Verwendung von emissionsärmeren Verkehrsträgern. Der Großteil der Transportemissionen des Güterverkehrs stammt aktuell aus dem Straßenverkehr. Alternativ dazu sind

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt, <https://www.destatis.de> (Stand: 20.10.2022)

² Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://vcoe.at> (Stand: 22.10.2022)

³ Vgl. Statistisches Bundesamt, <https://www.destatis.de> (Stand: 20.10.2022)

⁴ Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://vcoe.at> (Stand: 22.10.2022)

⁵ Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://vcoe.at> (Stand: 22.10.2022)

⁶ Vgl. Dyckhoff, H.; Souren, R. (2007), S.204 f.

⁷ Vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021), <file://> (Stand: 23.10.2022)

beispielsweise der Schienengüterverkehr, der Transport am Wasser oder in der Luft. Dementsprechend können als wichtigste Transportmittel für den Güterverkehr LKW, Zug, Schiff und Flugzeug genannt werden.⁸ Die einzelnen Transportmittel unterscheiden sich hinsichtlich ihres Einflusses auf die Umwelt deutlich voneinander. Der Güterzug bildet im Vergleich zu Flugzeug, Binnenschiff und LKW das umweltfreundlichste Transportmittel ab.⁹ Zudem sind die durch den Güterzug verursachten externen Kosten erheblich geringer als die des LKWs.¹⁰ Externe Kosten stellen die Kosten für die nachhaltigen Nebenerscheinungen des Transports dar, die nicht von den Verursachern gezahlt und auf andere Teilnehmer im Ökosystem abgewälzt werden. Die durch den Verkehr verursachten Treibhausgas-Emissionen beeinflussen das Klima, schädliche Luft führt zu Erkrankungen der Atemwege und Lärm führt zu psychischem Stress.¹¹ Aufgrund umwelt- und verkehrspolitischer Rahmenbedingungen gewinnt der kombinierte Verkehr, der eine Sonderform des Intermodalverkehrs darstellt, bei dem der größte Teil der Strecke mit dem Güterzug oder dem Schiff und die „letzte Meile“ der Strecke mit dem LKW absolviert wird, immer mehr an Popularität.¹² Um die österreichischen aber auch europäischen Umwelt- und Klimaziele zu erreichen, stellt die Verlagerung der Güter vom Straßenverkehr auf den Güterzug eine effiziente Lösung dar. Der spezifische Energieverbrauch des Güterzugs ist deutlich geringer als der des Straßenverkehrs, zudem wird in Österreich der Strom des Güterzugs zur Gänze aus erneuerbaren Energien gewonnen.¹³ Zur Reduktion der negativen Folgen des Verkehrs auf die Umweltleistung wird in einzelnen Ländern der Welt eine Politik zur Förderung von multimodalen Transportketten verfolgt. Gleichzeitig müssen die Bedürfnisse der Kunden erfüllt und für einwandfrei funktionierende Lieferketten gesorgt werden. Die Aufgabe der Regierung ist es, Anreize für den Intermodalverkehr in Form von modernen Technologien und Konzepte zu schaffen, um effiziente Logistikdienstleistungen zu garantieren.¹⁴

⁸ Vgl. Gudehus, T. (2004), S.837

⁹ Vgl. Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de> (Stand: 20.10.2022)

¹⁰ Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://vcoe.at> (Stand: 22.10.2022)

¹¹ Vgl. Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de> (Stand: 23.10.2022)

¹² Vgl. Statistisches Bundesamt, <https://www.destatis.de> (Stand: 20.10.2022) und Economic Commission for Europe (2001), S.18

¹³ Vgl. Clemens Först, <https://www.ak-umwelt.at> (Stand: 23.10.2022)

¹⁴ Vgl. MINDUR, L. (2021)

1.3 Problemstellung und Zielsetzung

Da aufgrund der politischen Entwicklung der Trend in Richtung nachhaltigere Konzepte geht, besteht das Ziel dieser Arbeit darin, die Potentiale und Herausforderungen des Intermodalverkehrs zu ermitteln. Dabei wurde der Fokus auf den Transport von Staubgütern gelegt, da diese einige Besonderheiten in ihrem Verhalten aufweisen und es sich beim Transport dieser um einen technisch aufwendigeren Prozess als bei Stückgütern handelt.

Bei Staubgütern, auch als Pulver bezeichnet, handelt es sich um Güter, deren Form ohne Unterstützung nicht beibehalten werden kann und die nach einer Zeit zur Ruhe kommen, wenn sie ausgeschüttet werden.¹⁵ Staubgüter sind lose Feststoffe, die im trockenen Zustand stauben können. Daher kommt es beim Transport, Umschlag und der Lagerung zu Staubemissionen.¹⁶ Da es beim Umschlag der Staubgüter zwischen zwei Transportmitteln somit zu negativen Nebeneffekten, wie Materialverlusten und Staubemissionen kommen kann, bietet der Intermodalverkehr, bei dem die Transporteinheit gewechselt wird, eine optimale Transportalternative zum Direktverkehr mit dem LKW an. Im Straßenverkehr bilden Kippsilos die passende Transportmöglichkeit für pulverförmige Güter ab. Im Schienenverkehr können diese in Silowaggons transportiert werden.¹⁷

Für den Intermodalverkehr sind Ladeeinheiten erforderlich, die sowohl im Straßen- als auch im Schienenverkehr eingesetzt werden können. Wenn Staubgüter intermodal transportiert werden, muss es sich zusätzlich um spezielle Ladeeinheiten handeln, die eine Befüllung und Entleerung über eine passende Öffnung erlauben - ohne, dass Material verloren geht. Um einen näheren Einblick in die Problematik des Transports von Staubgütern zu bekommen, wurde diese Arbeit in Kooperation mit einem Speditionsunternehmen geschrieben, welches derzeit Transporte mit LKWs anbietet und in Zukunft Transporte auch mit dem Güterzug abwickelt wird.

Da es derzeit keine Studien zum Intermodalverkehr von Staubgütern gibt, bestand das Ziel darin, Herausforderungen, die bei der Planung und Umsetzung auftreten können, zu erforschen. Gleichzeitig soll ausfindig gemacht werden, welche Potentiale der

¹⁵ Vgl. Otto Molerus (1985), S.2 f.

¹⁶ Vgl. Umwelt Bundesamt (2013), <https://www.umweltbundesamt.de> (Stand: 22.06.2022)

¹⁷ Vgl. o. V., <https://www.eurotransline.at> (Stand: 26.11.2022)

Intermodalverkehr mit sich bringt. Um diese neben den Herausforderungen ausfindig zu machen, wurde folgende zentrale Fragestellung definiert:

„Welche ökonomischen und ökologischen Potentiale und Herausforderungen ergeben sich im Intermodalverkehr beim Transport von Staubgütern?“

Um diese Fragestellung zu beantworten, ergeben sich notwendigerweise weitere Teilfragen bzw. Teilziele. Insgesamt werden fünf Teilfragen bzw. Teilziele definiert.

Um die Barrieren, die sich bei der Planung und Durchführung des Intermodalverkehrs ergeben zu ermitteln, wurde folgende erste Teilfrage gestellt:

Teilfrage 1: *„Welche Barrieren treten bei der Planung und Durchführung des Intermodalverkehrs beim Transport von Staubgütern auf?“*

Es handelt sich beim Güterzug um das umweltfreundlichste Transportmittel, mit dem der Transport nachhaltiger gestaltet wird. Es stellt sich die Frage, welche weiteren positiven Auswirkungen der Intermodalverkehr mit sich bringt. Um Unternehmen für intermodale Transportlösungen motivieren zu können und weitere Vorteile des Intermodalverkehrs zu erforschen, wurde die nächste Teilfrage wie folgt definiert:

Teilfrage 2: *„Was ist die ausschlaggebende Motivation für Unternehmen, intermodale Transportlösungen zu beziehen?“*

Politische Maßnahmen, wie die Klimaziele der EU, haben einen erheblichen Einfluss auf die Transportentscheidung, daher wurde erforscht, welche weiteren politischen Maßnahmen zu einer höheren Förderung des Intermodalverkehrs beitragen würden. Daher wurde die nächste Teilfrage folgend definiert:

Teilfrage 3: *„Welche politischen Maßnahmen würden zu einer höheren Förderung des Intermodalverkehrs beitragen?“*

Unternehmen, die sich für intermodale Transportlösungen entscheiden, erwarten sich einen reibungslosen Ablauf des Transportprozesses. Daher wurde erforscht, ob es gewisse Schwierigkeiten im Ablauf gibt und welche Maßnahmen zu einer Verbesserung des Intermodalverkehrs beitragen würden. Daher ergab sich daraus folgende Teilfrage:

Teilfrage 4: *„Welche Maßnahmen führen zu einer Verbesserung des Ablaufs im Intermodalverkehrs?“*

Um zu überprüfen, ob es sich bei Staubgütern um passende Produkte für den Intermodalverkehr handelt und welche weiteren Produkte sich für den Intermodalverkehr eignen, wurde Teilfrage 5 definiert. Da auch ermittelt werden soll, ob eine gewisse Transportstrecke notwendig ist, dass es sich beim Intermodalverkehr um einen wirtschaftlich vorteilhafteren Transportprozess handelt, wurde Teilfrage 5 folgend definiert:

Teilfrage 5: „Für welche Produkte und ab welcher Transportstrecke stellen intermodale Lösungen die optimale Transportvariante dar?“

Anmerkungen zur Arbeit:

Da die Kooperation mit einem Unternehmen, das Staubguttransporte anbietet, durchgeführt wurde, wird in dieser Arbeit ein Einblick in die Grundlagen der Staubgüter bzw. Schüttgüter gegeben und die im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Interviews werden auf Unternehmen beschränkt, die Staubgüter produzieren. Es wird beim Intermodalverkehr nicht das Gut, sondern nur die Ladeinheit umgeschlagen, daher spielt es bei der Frage nach den Herausforderungen und Potentialen des Intermodalverkehrs keine grundlegende Rolle, welche Güter sich in der Ladeinheit befinden. Somit gelten die in dieser Arbeit erforschten Ergebnisse für den Transport aller Güter. Neben dem Güterzug können Güter auch auf das Schiff und Binnenschiff verlagert werden. Daher gelten die erforschten Ergebnisse auch für das Schiff und Binnenschiff. Wenn gewisse Sichtweise nur auf ein bestimmtes Verkehrsmittel zutreffen wird es in der Arbeit konkret dazu gesagt.

1.4 Methodischen Vorgehensweise der Arbeit

Um die genannten Forschungsfragen zu beantworten, wurde ein Mixed-Methods-Ansatz, in dem verschiedene, den Forschungsfragen zugeschnittene Methoden, kombiniert wurden. Die explorative, systematische Literaturrecherche und Interviews bilden die gewählten Methoden ab. Mit Hilfe der explorativen Literaturrecherche wurde das grundlegende Wissen zum Intermodalverkehr und zu den Staubgütern erworben. Im Zuge der systematischen Literaturrecherche und der Interviews wurden die Antworten auf die definierten Forschungsfragen ermittelt. Teilfrage 1 wurde mit Hilfe der systematischen Literaturrecherche beantwortet, Teilfrage 2 und Teilfrage 4

mittels der Interviews und Teilfrage 3 und Teilfrage 5 aus beiden der genannten Methoden.

Bevor mit der Literaturrecherche begonnen werden kann, müssen die Suchbegriffe klar definiert werden, um die Recherche einzugrenzen. Dafür wird im ersten Schritt ein Brainstorming durchgeführt, um alle Begrifflichkeiten, die im Zusammenhang mit dem Intermodalverkehr stehen, ausfindig zu machen. Mit den Ergebnissen des Brainstormings wird eine Schlagwort- und Synonymtabelle erstellt, in welcher alle Begrifflichkeiten und deren Kombination untereinander aufgelistet wurden. Diese wird als Grundlage für die Suchbegriffe der explorativen und systematischen Literaturrecherche in den Datenbanken verwendet.

Die Ergebnisse der explorativen Literaturrecherche werden in Kapitel 2 bis 4 dargestellt. In Kapitel 2 werden grundlegende Begriffe und Zusammenhänge des Intermodalverkehrs beschrieben. Kapitel 3 stellt die Transport- und Umschlaglogistik sowie die Systemeigenschaften der verschiedenen Verkehrsmittel vor. In Kapitel 4 werden grundlegende Eigenschaften der Staubgüter und der intermodale Transport von Schüttgütern näher erläutert. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche dargestellt. Im ersten Abschnitt des fünften Kapitels wird eine deskriptive Analyse der Studien, welche im Zuge der Literaturrecherche ausfindig gemacht wurden, durchgeführt. Anschließend werden die Studien analysiert.

Auf Basis des erworbenen Wissens der systematischen Literaturrecherche wurde ein Fragebogen für Interviews erstellt. In Kapitel 6 werden die Auswertungen der Interviews vorgestellt.

In Kapitel 7 werden die einzelnen Teilfragen mit Hilfe der Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche und Interviews diskutiert.

Kapitel 8 schließt die Arbeit mit einer Conclusion ab, in der Herausforderungen, welche beim Intermodalverkehr entstehen können, und die zukünftigen Potentiale zusammengefasst werden. Abbildung 1 stellt die Schritte der methodischen Vorgehensweise dar und zeigt, in welchen Kapiteln deren Ergebnisse abgebildet wurden.

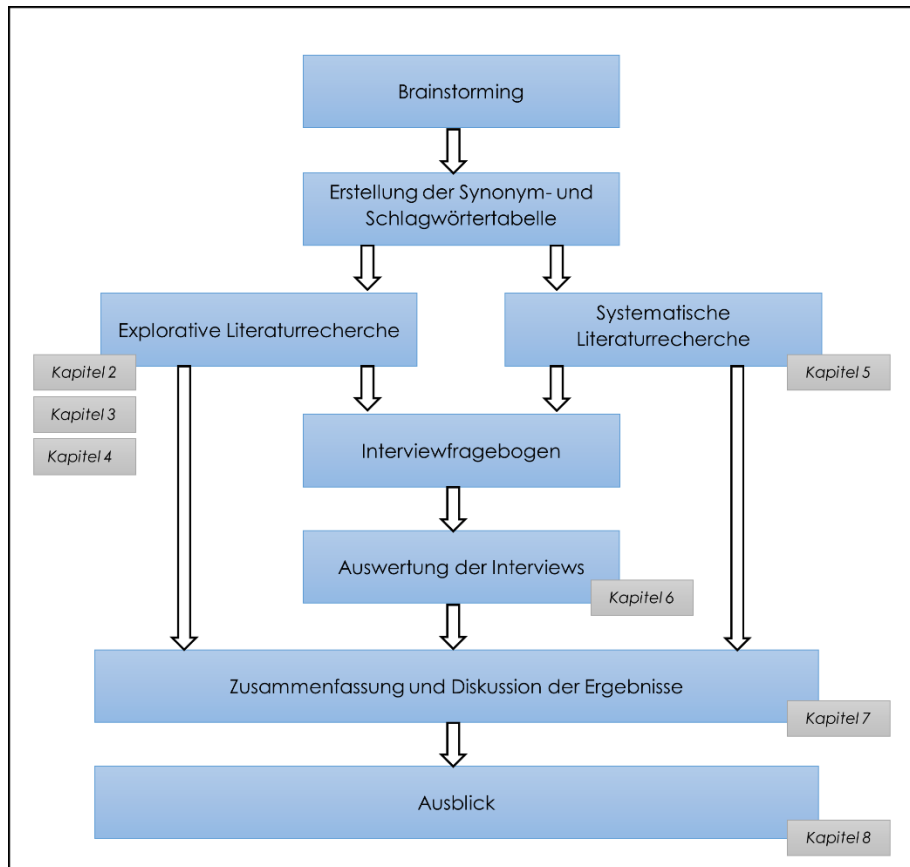


Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise der Arbeit¹⁸

2 Theoretische Grundlagen des Intermodalverkehrs

Zu Beginn dieser Arbeit werden die verschiedenen Möglichkeiten eines außerbetrieblichen Transportprozesses im Güterverkehr vorgestellt. Ziel ist, es ein besseres Verständnis für die oft nicht einheitliche Nomenklatur bezüglich des Intermodalverkehrs zu schaffen. Im ersten Abschnitt werden für diese Arbeit relevante Begrifflichkeiten des Verkehrswesens beschrieben. Anschließend werden die verschiedenen Transportprozesse anhand einer Transportkette dargestellt und näher beschrieben.

2.1 Begrifflichkeiten des Verkehrs

Im Folgenden werden Begrifflichkeiten behandelt.

Außerbetrieblicher Transport

¹⁸ Quelle: Eigene Darstellung

*Beschreibt den Transport zwischen Kunde und Lieferant, zwischen zwei Werken oder Lagerhallen. Der Transport, der nicht innerhalb eines Werks oder Lagerhauses stattfindet. Dieser wird als innerbetrieblicher Transport bezeichnet.*¹⁹

Ladeinheit

*Güter werden beim Transport, Umschlag und der Lagerung zu einer geschlossenen Gütereinheit zusammengefasst (z.B.: bepackte Palette, befüllter Container).*²⁰

Ladehilfsmittel

*Instrumente, welche zur Schaffung von einheitlichen logistischen Einheiten dienen, werden als Ladehilfsmittel bezeichnet. Diese bilden die Grundlage für die Automatisierung und Mechanisierung im Güterfluss. Sie werden in Kleinladungsträger (z.B.: Kisten) und Großladungsträger (z.B.: Paletten) unterteilt.*²¹

Umschlag

*Vorgang, bei dem Güter innerhalb einer Transportkette von einem Arbeitsmittel zu einem anderen verlegt werden. Der Umschlagprozess wird entweder mit dem Arbeitsmittel selbst (z.B.: LKW mit Lastaufnahmemittel) oder mit einem dritten Arbeitsmittel (z.B.: Kran) durchgeführt.*²²

Verkehrsmittel

*Zu den Verkehrsmitteln, welche im außerbetrieblichen Transport zum Einsatz kommen, zählen das Straßenfahrzeug, Schienenfahrzeug, Schiff und Flugzeug.*²³

Verkehrsträger

*Verkehrsmittel bewegen sich auf Verkehrsträgern, die in Straße, Schiene, Wasser und Luft unterteilt werden.*²⁴

Vor-, Haupt- und Nachlauf

Der Transport wird in drei Abwicklungsphasen unterteilt. Der Vorlauf beschreibt den Transport vom Startort zu einer Warenumschlagpunkt, der Hauptlauf den Transport

¹⁹ Vgl. Pfohl, H.-C. (2010), S.150

²⁰ Vgl. Springer Fachmedien Wiesbaden (2013), S.81

²¹ Vgl. Heinrich Martin (2006), S.62 ff.

²² Vgl. Springer Fachmedien Wiesbaden (2013), S.151

²³ Vgl. Gudehus, T. (2004), S.837

²⁴ Vgl. Gudehus, T. (2004), S.837

zwischen zwei Warenumschlagpunkten und der Nachlauf den Transport von einem Warenumschlagpunkt zum abschließenden Zielort.²⁵

2.2 Grundlegendes zum Intermodalverkehr

Die bestehende Verkehrsinfrastruktur bietet viele Möglichkeiten zur Nutzung. Daher kann eine Transportkette individuell und nach ökonomischen Aspekten gestaltet werden und es können auch mehrere Transportmittel zum Einsatz kommen.²⁶

Eine Transportkette ist von Kummer in Anlehnung an die DIN-Norm 30781 wie folgt definiert:²⁷

„Transportketten sind definiert als die Folge von technischen und organisatorischen miteinander verknüpften Vorgängen, bei denen Personen oder Güter von einer Quelle zu einem Ziel bewegt werden.“

Primär erfolgt die Gliederung in eine ein- und mehrgliedrige Transportkette. Bei der eingliedrigen Transportkette wird der Transport nicht durch einen Umschlag unterbrochen, daher auch die Bezeichnung des ungebrochenen Verkehrs. Im Gegensatz dazu findet bei der mehrgliedrigen Transportkette ein Umschlag statt. Wenn nur ein Verkehrsträger zum Einsatz, spricht man von unimodalem, bei mehr als zwei verschiedenen Verkehrsträgern von multimodalem Verkehr. Im multimodalen Verkehr wird zwischen intermodalem und gebrochenem Verkehr unterschieden.²⁸ Beim intermodalen Verkehr kommt es im Unterschied zum gebrochenen Verkehr zu keinem Wechsel der Ladeeinheit bzw. des Transportgefäßes während der Änderung des Transportmittels.²⁹ Beim kombinierten Verkehr (KV) handelt es sich um eine Sonderform des intermodalen Verkehrs.³⁰ Dabei wird der Hauptlauf, welcher der größere Teil der Strecke ist, mit dem Binnen-, Seeschiff oder dem Güterzug abgewickelt, sodass nur mehr der Vor- und Nachlauf der Strecke auf der Straße durchgeführt werden muss.³¹ Zuletzt wird der KV in den begleiteten, bei dem der Fahrer die Transporteinheit begleitet (z.B.: Rollende Landstraße), und unbegleiteten KV (z.B.:

²⁵ Vgl. Büter, C. (2013), S.240

²⁶ Vgl. Arnold, D. u.a. (2008), S.727

²⁷ Kummer, S. (2006), S.47

²⁸ Vgl. Kummer, S. (2006), S.47 f.

²⁹ Vgl. Büter, C. (2013), S.242

³⁰ Vgl. Hans-Peter Hasenbichler (2019), S.188

³¹ Vgl. Economic Commission for Europe (2001), S.18

Einsatz von Containern) unterteilt.³² Abbildung 2 stellt die unterschiedlichen Varianten einer Transportkette graphisch dar.

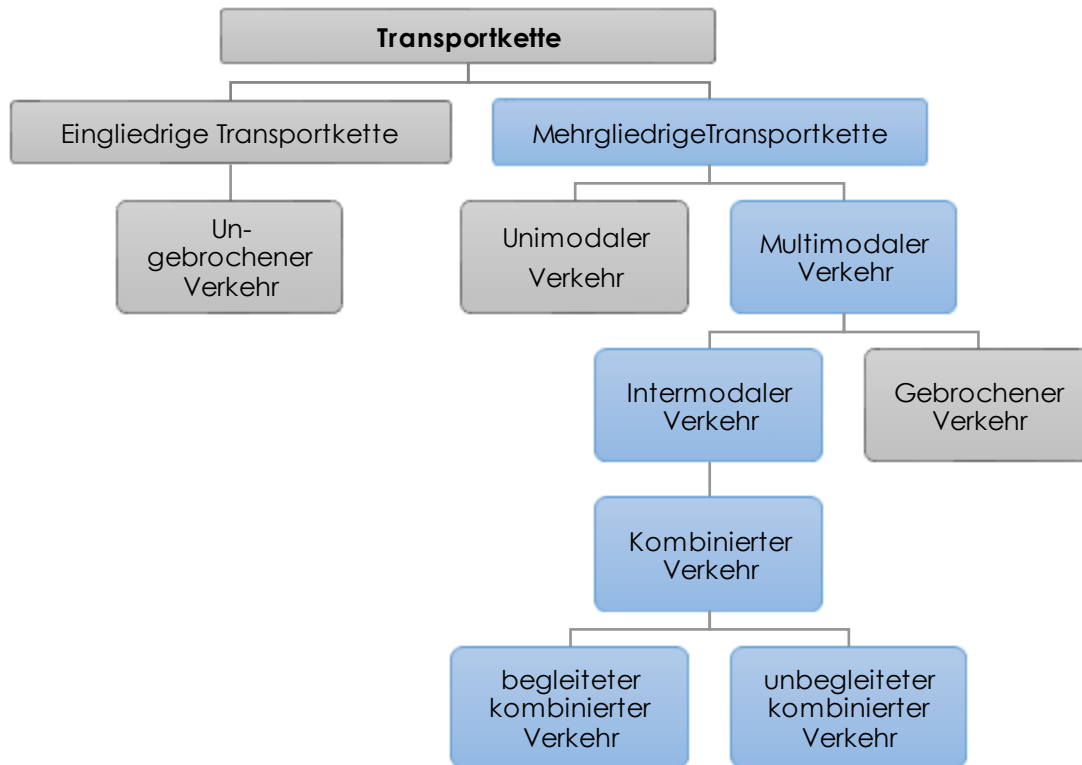


Abbildung 2: Darstellung der Transportkette³³

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der Transport mehrerer Verkehrsmittel ohne Wechsel der Ladeeinheit beim Umschlag betrachtet, daher die farbliche Unterscheidung.

2.3 Gliederung der Transportkette

In diesem Kapitel werden die einzelnen Transportprozesse, welche mittels der Gliederung der Transportkette in Kapitel 2.2 dargestellt sind, konkreter beschrieben.

2.3.1 Der ungebrochene Verkehr

Beim ungebrochenen Verkehr, der auch als Direktverkehr bezeichnet wird, wird die Transportkette nicht durch einen Umschlag unterbrochen. Dies bedeutet, der Transport findet von Start- zu Zielort mit einem Transportmittel statt.³⁴ Der

³² Vgl. Kummer, S. (2006), S.48

³³ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Kummer, S. (2006), S.48

³⁴ Vgl. Arnold, D. u.a. (2008), S.783

Komplettladungsverkehr mit dem LKW stellt ein Beispiel des ungebrochenen Verkehrs dar, welcher in Abbildung 3 gezeigt wird.³⁵

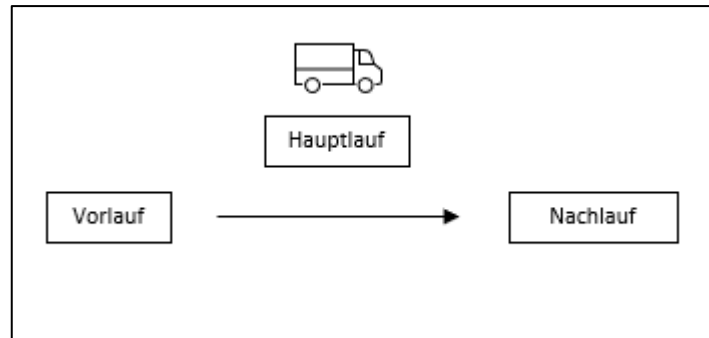


Abbildung 3: Darstellung des LKW-Direktverkehrs³⁶

2.3.2 Der unimodale Verkehr

Der unimodale Verkehr besteht aus einer mehrgliedrigen Transportkette, somit findet ein Umschlag statt, jedoch ohne Wechsel des Verkehrsträgers. Der Begegnungsverkehr zählt zum unimodalen Verkehr.³⁷ Ein Beispiel des Begegnungsverkehrs wäre das Treffen von zwei LKWs, die ihre Sattelaufleger tauschen und anschließend in die Richtung zurückfahren, aus der sie zum Begegnungsort gekommen sind, wie in Abbildung 4 dargestellt.³⁸ Der ungebrochene Verkehr wird immer als unimodaler Verkehr bezeichnet, da nur ein Verkehrsträger zum Einsatz kommt.³⁹

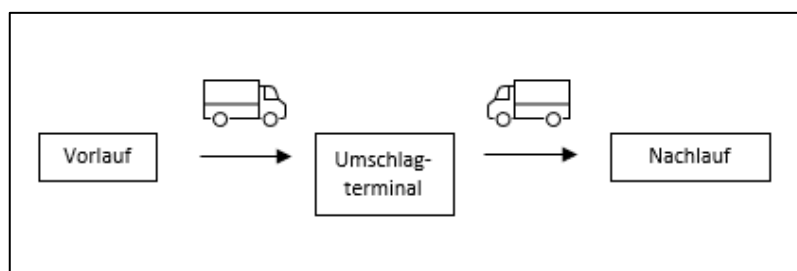


Abbildung 4: Darstellung des Begegnungsverkehrs⁴⁰

³⁵ Vgl. Kummer, S. (2006), S.48

³⁶ Darstellung in Anlehnung an Kuhlmann, A. S. (2013), S.24

³⁷ Vgl. Rene Grassinger (2009), S.7

³⁸ Vgl. Werner Hess (2018), <https://www.spedition-transporte.de> (Stand: 26.06.2022)

³⁹ Vgl. Kummer, S. (2006), S.47

⁴⁰ Darstellung in Anlehnung an Kuhlmann, A. S. (2013), S.24

2.3.3 Der gebrochene Verkehr

Beim gebrochenen Verkehr werden die Güter selbst umgeschlagen. Ein Beispiel stellt der Umschlag von Schwergutteilen im traditionellen Stückgutverkehr dar.⁴¹

2.3.4 Der kombinierte Verkehr

Im Gegensatz zum gebrochenen Verkehr wird beim KV nur die Ladeinheit umgeschlagen.⁴²

Kombination des Straßen-Schienenverkehrs

Eine Variante des KVs stellt die Kombination des Straßen- und Schienenverkehrs dar. In Abbildung 5 wird der Transport eines Containers im kombinierten Straßen-Schienenverkehr dargestellt, bei dem der Vor- und Nachlauf mit dem LKW und der Hauptlauf mit dem Güterzug abgewickelt wird. Der Container wird vom LKW auf den Güterzug und anschließend vom Güterzug wieder auf einen LKW umgeschlagen.

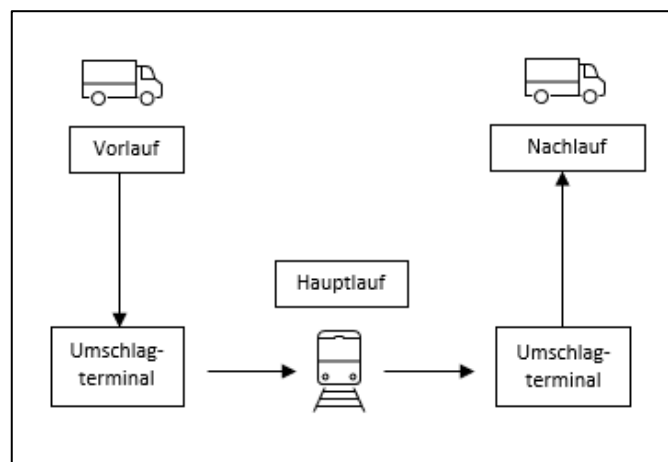


Abbildung 5: Darstellung eines kombinierten Straßen-Schienenverkehrs⁴³

2.4 Einblick in die ökologischen Aspekte der Verkehrsmittel

Zu den am häufigsten genutzten Verkehrsmitteln im Güterverkehr zählt der LKW, gefolgt vom Güterzug und Schiff. Der Luftverkehr bildet keinen bemerkenswerten Anteil im Güterverkehr ab.⁴⁴ Abbildung 6 stellt den Anteil der Verkehrsmittel im Güterverkehr für Deutschland, Österreich und der Schweiz im Jahr 2020 dar. In den drei

⁴¹ Vgl. Hans-Peter Hasenbichler (2019), S.187

⁴² Vgl. Hans-Peter Hasenbichler (2019), S.188

⁴³ Darstellung in Anlehnung an Kuhlmann, A. S. (2013), S. 24

⁴⁴ Vgl. Statistisches Bundesamt, <https://www.destatis.de> (Stand: 06.08.2022)

dargestellten Ländern liegt der Güterzug deutlich hinter dem LKW, wobei der Prozentsatz des Güterzugs ausschließlich in der Schweiz über der Hälfte des Prozentsatzes des LKWs liegt.⁴⁵

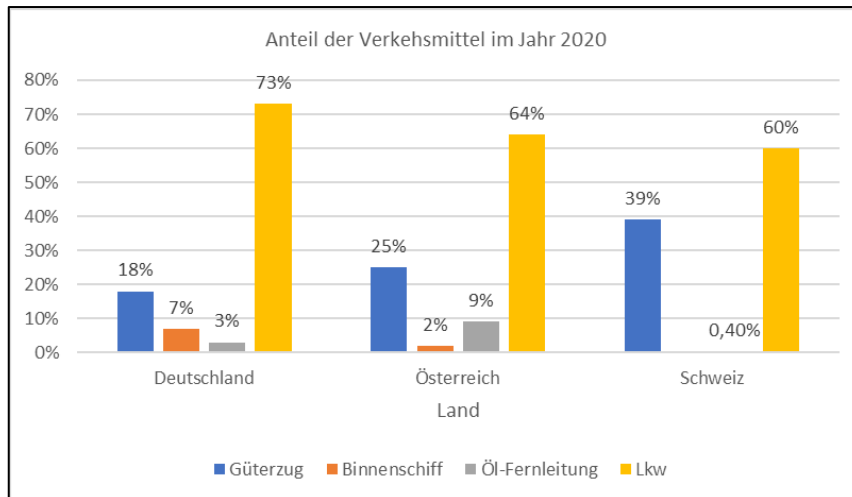


Abbildung 6: Anteil der Verkehrsmittel im Güterverkehr 2020⁴⁶

In Österreich werden durch Güterzüge pro 1.000 Tonnenkilometer 3,5 kg Treibhausgase (THG) verursacht. Beim 40-Tonnen-Sattelzug sind es 69 kg – 20-mal so viel.⁴⁷

In Abbildung 7 wird der Anteil der externen Kosten des LKWs, Güterzugs und des Binnenschiffs in der EU gezeigt. Externe Kosten des Verkehrs stellen den Anteil der Kosten dar, die nicht vom Verkehrsteilnehmer selbst getragen, aber von diesem verursacht werden.⁴⁸ In der Abbildung werden Kosten für Unfälle, Luftschadstoffe, Klima, Lärm, Stau, Kraftstoffherzeugung und Schädigung natürlicher Lebensräume einbezogen, wobei nicht näher auf deren Anteil eingegangen wird. Der LKW liegt mit 4,2 Eurocent pro Tonnenkilometer weit über dem Binnenschiff mit 1,9 Eurocent und über dem Güterzug mit 1,3 Eurocent.⁴⁹

⁴⁵ Zur Vollständigkeit wurde der Rohrleitungstransport eingebunden, dieser spielt aber keine weitere Rolle in dieser Arbeit.

⁴⁶ Abbildung in Anlehnung an Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de> (Stand: 06.08.2022)

⁴⁷ Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://www.vcoe.at> (Stand: 06.08.2022)

⁴⁸ Vgl. Allianz pro Schiene, <https://www.allianz-pro-schiene.de> (Stand: 08.08.2022)

⁴⁹ Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://vcoe.at> (Stand: 08.08.2022)

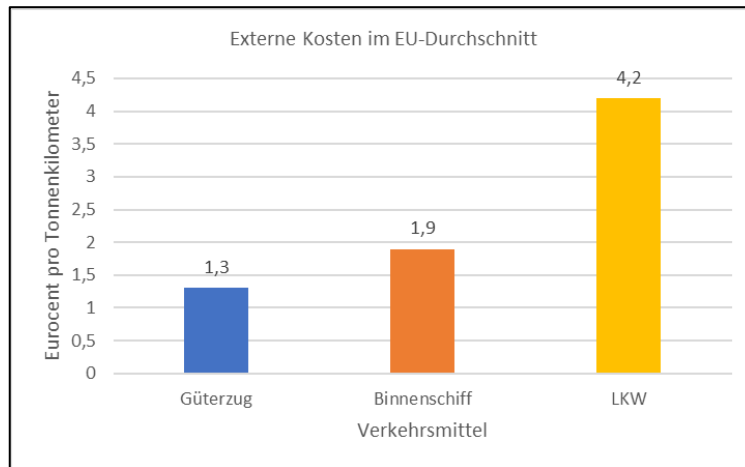


Abbildung 7: Externe Kosten im EU-Durchschnitt⁵⁰

In der EU, Großbritannien, der Schweiz und Norwegen werden etwa ein Drittel der gesamten Verkehrsemissionen durch den Güterverkehr auf Straße, Binnenschiff und Schiene verursacht.⁵¹ Um die negativen Umweltauswirkungen, welche unter anderem durch den Verkehr verursacht werden, zu verringern, haben die EU-Länder verbindliche Ziele in Bezug auf die Senkung der Emissionen festgelegt. Bis zum Jahr 2030 sollen die Netto-Emissionen um 55% gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden. Für die weitere Zukunft sind weitere Senkungen erforderlich, um bis zum Jahr 2050 die gewünschte Klimaneutralität der EU zu erreichen.⁵²

2.4.1 Maßnahmen zur Förderung der Schiene

Im Folgenden wird auf zwei politische Maßnahmen, das EU-Emissionshandelssystem und Abfallwirtschaftsgesetz, eingegangen, welche zur Förderung des Schienengüterverkehrs führen.

EU-Emissionshandelssystem

Auf europaweiter Ebene kann das EU-Emissionshandelssystem, welches Obergrenzen für die Gesamtmenge der in einem System erzeugten Treibhausgase festlegt, genannt werden. Diese Obergrenze wird im Laufe der Zeit heruntergesetzt, um die Treibhausgase zu verringern. Unter das Emissionshandelssystem fallen energieintensive Industrie-sektoren, der Luftverkehr in Europa und die Strom- und Wärmeerzeugung. Im

⁵⁰ Abbildung in Anlehnung an VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://vcoe.at> (Stand: 08.08.2022)

⁵¹ Vgl. VCÖ-Mobilität mit Zukunft, <https://www.vcoe.at> (Stand: 06.08.2022)

⁵² Vgl. Rat der Europäischen Union (2022), <https://www.consilium.europa.eu> (Stand: 06.08.2022)

Zuge des Emissionshandelssystems erhalten oder kaufen Einrichtungen Emissionszertifikate, die sie am Ende des Jahres abgeben müssen, um ihre Emissionen abzudecken. 2026 sieht die EU neue Regeln für Brenn- bzw. Kraftstoffe im Gebäude- und Straßenverkehrssektor vor. Diese sind für die Menge, der von ihnen in den Verkehr gebrachten Brenn- bzw. Kraftstoffe verantwortlich und sollten daher überwacht und Berichte erstattet werden. Des Weiteren wurde im Oktober 2021 die CO_2 – Bepreisung von der österreichischen Regierung vorgestellt, welche ab Oktober 2022 Kosten für CO_2 – Emissionen vorsieht.⁵³

Abfallwirtschaftsgesetz

Alle Transporte von Abfällen, die über 300 km transportiert werden und ein Gesamtgewicht von über zehn Tonnen aufweisen, müssen ab 2023 auf Schienen abgewickelt werden. Ab dem Jahr 2024 ist bei einer Transportstrecke von 200 km und ab 2026 ab 100 km der Schienenverkehr zu beziehen. Da ein zentraler Informationsaustausch über die verfügbaren Transportmöglichkeiten die Voraussetzung dafür darstellt, wurde im neuen Abfallwirtschaftsgesetz definiert, dass alle Angebote der Eisenbahnverkehrsunternehmen ab ersten Dezember 2022 auf einer digitalen Plattform angefragt werden können.⁵⁴

3 Grundlegendes zur Verkehrswirtschaft

Der Begriff Verkehr beschreibt alle Handlungen und Prozesse, auch die Unterstützungsprozesse (z.B.: Umschlag), die zur Ortsveränderung von Gütern oder Personen notwendig sind. Der wirtschaftliche Rahmen, in dem sich diese abwickeln, wird als Verkehrswirtschaft bezeichnet.⁵⁵ Daher wird im ersten Abschnitt dieses Kapitels die Transportlogistik näher beschrieben, gefolgt von der Umschlaglogistik. Abschließend werden die Systemeigenschaften der einzelnen Verkehrsmittel vorgestellt.

⁵³ Vgl. WKO, <https://www.wko.at> (Stand: 07.11.2022)

⁵⁴ Vgl. WKO (2021), <https://news.wko.at> (Stand: 31.10.2022)

⁵⁵ Vgl. Kummer, S. (2006), S.30

3.1 Transportlogistik

Transportlogistik umfasst die Gesamtheit aller für einen Transportablauf notwendigen Arbeitsschritte und Informationen. Diese beinhalten die administrative, dispositive und operative Aufgabe, wie in Abbildung 8 dargestellt wird.⁵⁶

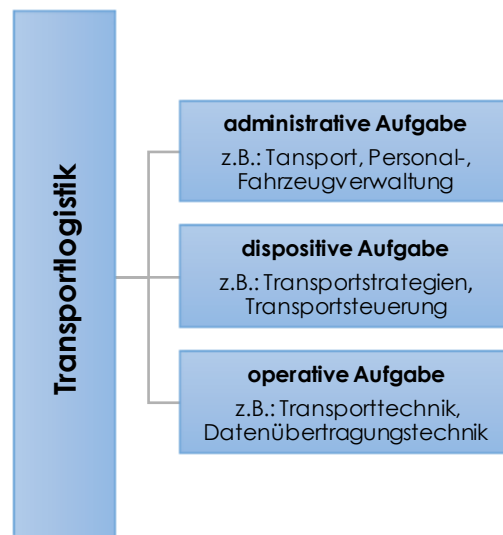


Abbildung 8: Einteilung der Aufgaben der Transportlogistik⁵⁷

Das Ziel der Transportlogistik besteht darin, einen bedarfsgerechten und effizienten Güterfluss zwischen Unternehmen sicherzustellen.⁵⁸ Die Aufgabe der Transportlogistik in der Praxis kann daher wie folgt beschrieben werden: „Das richtige Gut zur richtigen Zeit am richtigen Ort in der richtigen Menge in der richtigen Qualität zu den richtigen Kosten bereitzustellen.“⁵⁹ Eine Herausforderung stellt der Konflikt zwischen Logistikkosten und Logistikservice dar, da die Faktoren Gut, Zeit, Ort, Menge und Qualität dem Faktor Kosten gegenüberstehen.⁶⁰

3.1.1 Strategien der umweltorientierten Transportlogistik

Um eine Senkung des Transportaufkommens und somit auch eine Senkung der durch den Transport verursachten Umweltschädigungen zu erreichen, können folgende Strategien definiert werden:⁶¹

⁵⁶ Vgl. Heinrich Martin (2006), S.94

⁵⁷ Darstellung in Anlehnung an Heinrich Martin (2006), S.94

⁵⁸ Vgl. Zsifkovits, H. E. (2012), S.51

⁵⁹ Zsifkovits, H. E. (2012), S.51

⁶⁰ Vgl. Zsifkovits, H. E. (2012), S.51

⁶¹ Vgl. Dyckhoff, H.; Souren, R. (2007), S.204 f.

- **Reduktion der Transportentfernung:** Durch eine effiziente Anordnung des logistischen Systems wird die zurückgelegte Strecke reduziert.
- **Nutzung umweltfreundlicher Transportmittel:** Durch die Wahl des für den Transportzweck richtigen Transportmittels kann die verursachte Umweltschädigung reduziert werden.
- **Steigerung der Transportmittelauslastung:** Da die durch den Transport verursachten Umweltschädigungen von der zurückgelegten Strecke und nur gering von der Beladung abhängig sind, sollte das Ladevolumen des Transportmittels voll ausgenutzt werden.

Ein Gesamtkonzept des nachhaltigen Verkehrssystems stellt die *Avoid – Shift – Improve* (A-S-I) Methode dar.⁶² Diese beinhaltet die drei genannten Strategien. Die Idee dieser Methode wird mittels drei Fragestellungen in Abbildung 9 dargestellt. Diese lauten: „Wie weit wird transportiert?“ – Unnötige Kilometer vermeiden (*avoid*), „Welches Transportmittel kommt zum Einsatz?“ – Verlagerung (*shift*) auf umweltfreundlichere Transportmittel und „Wird das Ladevolumen des Transportmittels voll ausgenutzt?“ – Verbesserung (*improve*) der Effizienz des Transportmittels.⁶³

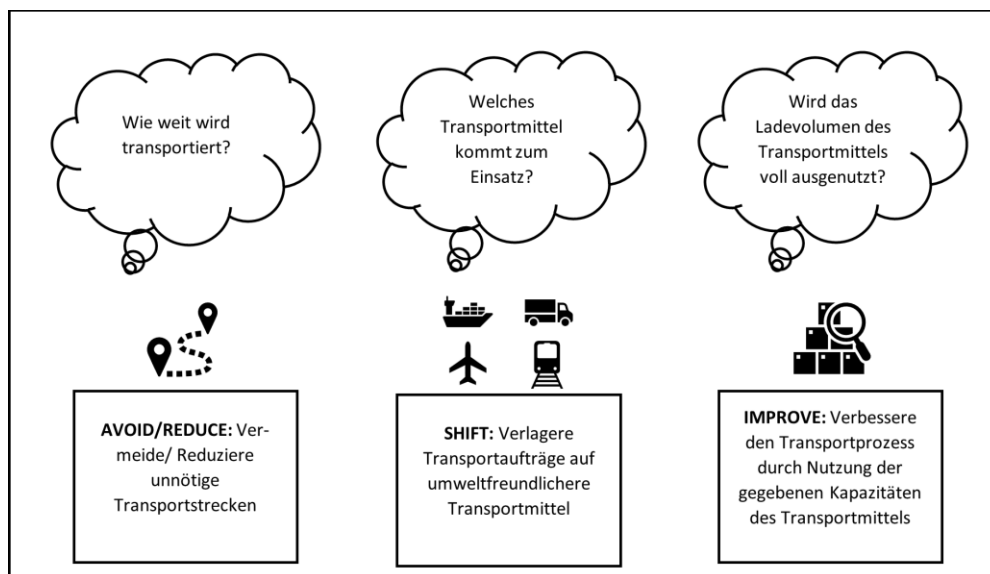


Abbildung 9: Darstellung der Avoid-Shift-Improve Methode⁶⁴

⁶² Vgl. Daniel Bongardt, Lena Stiller, Anthea Swart, Armin Wagner (2019), <https://www.transformative-mobility.org> (Stand: 15.08.2022)

⁶³ Vgl. Transport and Climate Change (2007), <https://www.gtkp.com> (Stand: 15.08.2022)

⁶⁴ Darstellung in Anlehnung an Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, <https://ledsgp.org> (Stand: 15.08.2022) und Dyckhoff, H.; Souren, R. (2007), S. 204 f.

3.1.2 Transporttechnologischer Merkmale der Ware

Die transporttechnologischen Merkmale einer Ware beinhalten die während eines Transports inklusive des Lager- und Umschlagsprozesses auftretenden Merkmale, die einen unbeschädigten Transport sicherstellen. Aufgrund der Struktur werden Waren in Einzelkolli und lose Ware eingeteilt. Einzelkolli können weiter in Stückgut, das eine natürliche und teilklimatisierte Anforderung an die Atmosphäre hat, und in Kühlgut, das gewisse Anforderungen an die Atmosphäre aufweist, unterteilt werden. Bei der losen Ware erfolgt eine Gliederung in Schüttgut und Flüssigkeit, je nachdem, ob es sich um feste oder flüssige Ware handelt. Abbildung 10 stellt die transporttechnologischen Merkmale der Ware graphisch dar.⁶⁵

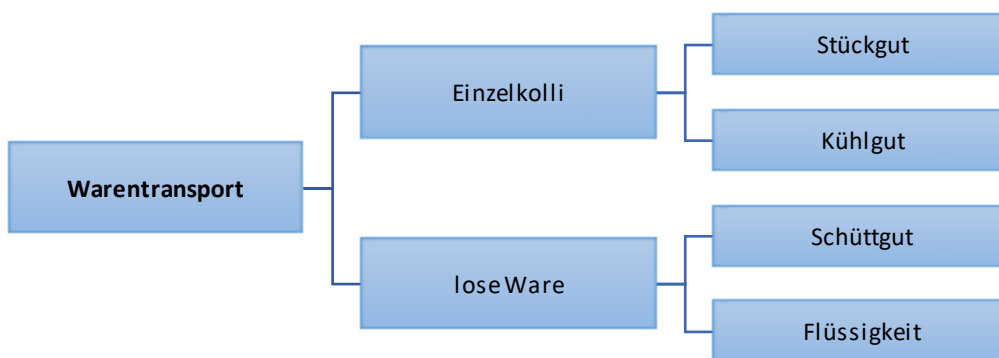


Abbildung 10: Transporttechnologischer Merkmale der Ware⁶⁶

Transportierte Schüttgüter werden auch Massengüter in granulöser Form genannt. Das Merkmal der Massengüter besteht darin, dass sie die gleichen physikalischen Ausprägungen aufweisen. Diese stellt eine wichtige Rolle für den Transport dar, da ein Unternehmen, das eine Ladung Zement produziert, andere Rahmenbedingungen als ein Unternehmen, das Fässer mit Flüssigkeiten transportiert, schaffen muss. Grundsätzlich stellen Massengüter Produkte dar, die für die Weiterverarbeitung verwendet werden und in der Produktion in ein anderes Produkt einfließen.⁶⁷

⁶⁵ Vgl. Containerhandbuch, <https://www.containerhandbuch.de> (Stand: 26.11.2022)

⁶⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an Containerhandbuch, <https://www.containerhandbuch.de> (Stand: 26.11.2022)

⁶⁷ Vgl. o. V., <https://www.bwl-lexikon.de> (Stand: 13.01.2023)

3.2 Umschlaglogistik

Der Umschlagprozess im außerbetrieblichen Verkehr beinhaltet die Be- und Entladung der Transportmittel. Der Umschlag verbindet die einzelnen Transportabschnitte einer mehrgliedrigen Transportkette. Die Umschlaglogistik beinhaltet die Planung, Steuerung und Kontrolle des Güter- und Informationsflusses sowie verwaltungsmäßige und dispositive Tätigkeiten. Die Ziele der dispositiven Umschlaglogistik sind in Abbildung 11 dargestellt.

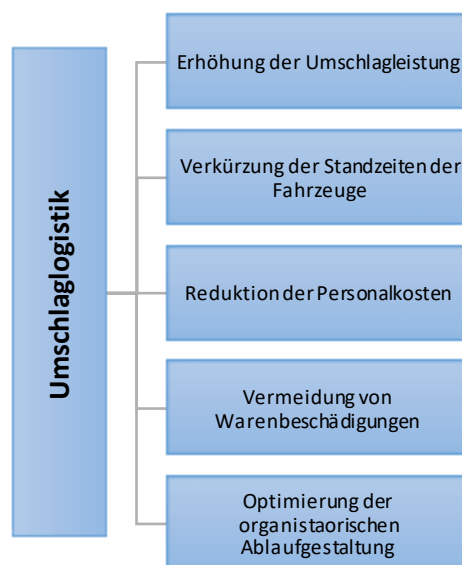


Abbildung 11: Ziele der dispositiven Umschlaglogistik⁶⁸

Beim Umschlag kommt es zu zusätzlichen Kosten und Durchlaufzeiten, welche berücksichtigt werden müssen.⁶⁹ Die Geschwindigkeit und Leistung des Umschlags können durch Automatisierung des Umschlaggeräts sowie Standardisierung und Normung (z.B. des Ladehilfsmittels) gesteigert werden.⁷⁰

3.3 Umschlagterminal

Definierte Orte, an denen die erforderliche Technik und Dienstleistung für einen Umschlag angeboten wird, werden als Umschlagterminals bezeichnet.⁷¹ Im Verkehr definieren Terminals Zielorte. Endbahnhöfe, Umschlagsbetriebe in Häfen oder Bahnhöfen stellen Terminals dar.⁷² Abbildung 12 zeigt die zehn möglichen

⁶⁸ Darstellung in Anlehnung an Heinrich Martin (2006), S.279

⁶⁹ Vgl. Arnold, D. u.a. (2008), S.7

⁷⁰ Vgl. Heinrich Martin (2006), S.279

⁷¹ Vgl. Wehking, K.-H. (2020), S. 860

⁷² Vgl. Springer Fachmedien Wiesbaden (2013)

Kombinationen zwischen den Verkehrsträgern. Ein Umschlag zwischen gleichen Verkehrsträgern ist auch möglich. Der Umschlag vom LKW kann beispielsweise auf einen anderen LKW, einen Güterzug, ein Flugzeug oder ein Schiff stattfinden.⁷³

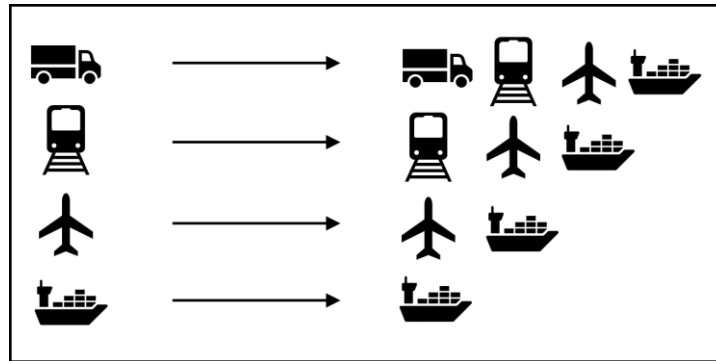


Abbildung 12: Umschlagmöglichkeiten zwischen Verkehrsträgern⁷⁴

Ein Kombi-Terminal für den Umschlag vom Straßen- auf den Schienenverkehr kann in vier Bereiche gegliedert werden:^{75, 76}

- Büroabteilungen: Zur Dokumentenabfertigung, Disposition der Fahrzeuge und Erledigung sonstiger administrativer Tätigkeiten.
- Ladegleise: Fahrstraßen für den LKW und Ladegleise für den Güterzug sind nebeneinander positioniert.
- Umschlaggeräte: Schwerstapler oder Kräne bewegen die Ladeeinheiten zwischen LKW und Güterzug. Der Portalkran stellt das leistungsstärkste Umschlaggeräte im KV dar.
- Abstellflächen: Zur Abstellung der Ladeeinheiten bis zum nächsten Umschlag auf ein Verkehrsmittel.

Ein wesentliches Problem der Kombi-Terminals stellt die Stochastik dar, da die LKWs nicht immer plangemäß ankommen. Der Fahrplan der Güterzüge kann größtenteils eingehalten werden, doch auch hier kommt es zu Abweichungen. Dies führt zu einer herausfordernden Aufgabe an den Umschlagterminals verbunden mit der Frage nach welcher Priorität die Aufträge gereiht werden sollen.⁷⁷

⁷³ Vgl. Wehking, K.-H. (2020), S.861

⁷⁴ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Wehking, K.-H. (2020), S.861

⁷⁵ Vgl. Christoph Seidelmann (2010), S.47

⁷⁶ Vgl. Wehking, K.-H. (2020), S. 739

⁷⁷ Vgl. Christoph Seidelmann (2010), S.49

Im unbegleiteten KV gibt es in Österreich 14 öffentlich zugängliche Umschlaganlagen, welche durch ihre geographische Lage und Ausstattung verschiedene Funktionen aufzeigen.⁷⁸

3.4 Systemeigenschaften der Verkehrsmittel

Es folgen Beschreibungen der Systemeigenschaften der Verkehrsmittel.

3.4.1 Der Straßengüterverkehr

Beim LKW handelt es sich um ein schnelles Verkehrsmittel im Kurz- und Mittelstreckenbereich, welches dauerhaft einsatzfähig ist. Der LKW verfügt über eine Flexibilität bezogen auf die Art und Menge des Gutes. So können sowohl Massengüter in loser Schüttung als auch sperrige Güter bewegt werden. Da es sich bei der Straße um eine staatliche Infrastruktureinrichtung handelt, sind keine Absprachen mit Netzbetreibern und das Einhalten von Fahrplänen notwendig.⁷⁹

3.4.2 Der Schienengüterverkehr

Im Gegensatz zum Straßenverkehr ist hier ein Netzbetreiber für die einzelnen Teilabschnitte verantwortlich. Für den durchgängigen Transport von einem bestimmten Start- zu einem Zielort sind auf beiden Seiten Gleisanschlüsse erforderlich. Der Güterzug erreicht eine höhere Geschwindigkeit als der LKW, was auf langen Strecken vorteilhaft ist. Er hat eine hohe Nutzlast, kann fast alle Güter befördern und weist eine sehr gute Umweltbilanz auf.⁸⁰

3.4.3 Luftfrachtverkehr

Bei langen Strecken und insbesondere im interkontinentalen Transport bietet sich der Luftfrachtverkehr sehr gut an, da die Transportzeiten in der Luft sehr kurz sind. Einen Nachteil stellen die hohen Transportkosten und die Abhängigkeit der Wetterbedingungen dar. Im Gegensatz zu anderen Verkehrsträgern besitzt das

⁷⁸ Vgl. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, <https://www.bmk.gv.at> (Stand: 21.11.2022)

⁷⁹ Vgl. Baumgarten, H. (2008), S.221

⁸⁰ Vgl. Baumgarten, H. (2008), S.222

Flugzeug eine geringe Transportkapazität sowie eine geringe Flexibilität, da es an die Flughäfen gebunden ist.⁸¹

3.4.4 Seefracht-/Binnenschiffgüterverkehr

Genauso wie der Luftverkehr bietet sich der Seefrachtverkehr sehr gut für weite Transportstrecken an. Es ist der Transport nahezu jeder Güterart in großen Mengen möglich.⁸² Der Binnenschiffgüterverkehr eignet sich besonders für den Transport schwerer oder sperriger Güter.⁸³ Nachteile des Schiffs stellen die geringe Geschwindigkeit und die dadurch miteingehende lange Transportdauer sowie die Abhängigkeit der Wetterbedingungen dar. Die hohe Sicherheit des Transports bildet einen Vorteil des Seefrachtverkehrs ab.⁸⁴

4 Grundlegendes zu Staubgütern

In der Schüttgutmechanik werden vorwiegend feinkörnige Schüttgüter, auch als Pulver bezeichnet, wie beispielsweise Zement, feingemahlene Eisenerz oder Kunststoffpulver, behandelt. Die Partikelabmessungen dieser liegen etwa bei 1 µm. Neben der Korngröße stellt auch das mechanische Verhalten der feinkörnigen Schüttgüter eine Besonderheit dar. Das Verhalten wird dem Verhalten eines unvollkommenen Festkörpers und einer unvollkommenen Flüssigkeit gleichgesetzt. Da es nicht wie ein Feststoff ohne Unterstützung seine Form beibehält und im Gegensatz zur Flüssigkeit nach einer Zeit zur Ruhe kommt, wenn es auf einem flachen Boden ausgeschüttet wird.⁸⁵ Dies bedeutet, es handelt sich dabei um einen losen Feststoff, welcher im trockenen Zustand stauben kann. Aufgrund dieser weiteren Eigenheit kommt es beim Transport, Umschlag oder der Lagerung zu Staubemissionen. Um diesen entgegenzuwirken, werden verschiedene Maßnahmen, wie beispielsweise der Transport in geschlossenen Behältern oder die Befeuchtung, durchgeführt.⁸⁶ Schüttgüter stellen Waren in großem Umfang für Händler und Unternehmen, nicht aber für den Endverbraucher, dar.⁸⁷

⁸¹ Vgl. Gleißner, H.; Femerling, C. (2008), S.62

⁸² Vgl. Gleißner, H.; Femerling, C. (2008), S.54

⁸³ Vgl. Baumgarten, H. (2008), S.222

⁸⁴ Vgl. Gleißner, H.; Femerling, C. (2008), S.54

⁸⁵ Vgl. Otto Molerus (1985), S.2 f.

⁸⁶ Vgl. Umwelt Bundesamt (2013), <https://www.umweltbundesamt.de> (Stand: 22.06.2022)

⁸⁷ Vgl. o. V., <https://www.epg.com> (Stand: 26.11.2022)

Wenn keine Maßnahmen eingeleitet, kann es aufgrund der Fließeigenschaft des Schüttgutes zur Entmischung, zu Erschütterungen oder zu Fließstörungen kommen.⁸⁸ Diese Fließeigenschaft hängt unter anderem von der Feuchtigkeit, Temperatur, Partikelform, chemischen Zusammensetzung und Partikelgrößenverteilung ab.⁸⁹ In Abbildung 13 werden einige Lebensmittel, Baustoffe, Rohstoffe und Füllstoffe aufgezählt, welche zur Kategorie der losen Ware (genauer: Schüttgüter) zählen.⁹⁰

Lebensmittel: Getreide, Zucker, Salz, Mehl, Kaffee, ...

Baustoffe: Zement, Sand, Kies, Oberboden, ...

Rohstoffe: Kohle, Erz, Streusalz, ...

Füllstoffe: Pellets, Granulate, ...

Abbildung 13: Beispiele für Schüttgüter⁹¹

4.1 Transportmöglichkeiten von Schüttgütern

Auf der Straße kommen je nach Art der losen Ware Fahrzeuge wie Kipper, Schubbodenaufleger, Walking-Floor Fahrzeuge, Silofahrzeuge oder Gebläse-Fahrzeuge zum Einsatz. Für Steine beispielsweise stellt ein offener LKW-Lader, für pulverförmige Stoffe Kippsilos die passende Transportmöglichkeit dar. Im Schienenverkehr können Schüttgüter in offenen und geschlossenen Güterwagen oder Silowaggons transportiert werden. Im Seefrachtverkehr werden lose Güter in Schüttguträumen oder Bunkern transportiert.⁹² Beim Transport von sehr feinem Sand darf die Rieselfähigkeit des Materials nicht vernachlässigt werden. Hier stellt Wasser eine Möglichkeit dar, um eine bessere Haftung auf dem Transportmittel zu gewährleisten und somit Materialverluste zu verhindern.⁹³ Die Lagerung von Schüttgütern erfolgt in Silos, Bunkern und bei guten Witterungsbedingungen im Freien.⁹⁴

⁸⁸ Vgl. Schulze, D. (2006), S.1

⁸⁹ Vgl. Schulze, D. (2006); Pfohl, H.-C. (2010), S.35

⁹⁰ Vgl. o. V., <https://www.eurotransline.at> (Stand: 26.11.2022)

⁹¹ Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl.: o. V., <https://www.eurotransline.at> (Stand: 26.11.2022)

⁹² Vgl. o. V., <https://www.eurotransline.at> (Stand: 26.11.2022)

⁹³ Vgl. o. V., <https://www.spedition-transporte.de> (Stand: 26.11.2022)

⁹⁴ Vgl. o. V., <https://www.epg.com> (Stand: 26.11.2022)

4.2 Intermodaler Schüttguttransport – Weltseehandel und konkrete Beispiele von intermodalen Transportlösungen

Im ersten Schritt dieses Kapitels wird die Entwicklung des Weltseehandels von Schüttgütern dargestellt, um den hohen Anteil des Schüttguts am Gesamtgut im Weltseehandel darzustellen. Anschließend werden drei intermodale Transportkonzepte vorgestellt.

4.2.1 Weltseehandel der Schüttgüter

Abbildung 14 stellt den Weltseehandel mit Schüttgütern in Tonnenmeilen vom Jahr 1980 bis 2000 in Zehnjahresabschnitten und von 2000 bis 2008 in Jahresabschnitten dar. Bei Hauptstückgütern handelt es sich um Roggen, Weizen, Mais, Gerste, Hafer, Sorghum Hirsen und Sojabohnen. Angefangen bei grob 2.000 Milliarden Tonnenmeilen stieg der Transport von anderen Stückgütern im Weltseehandel, bis er im Jahr 2008 grob 10.000 Milliarden Tonnenmeilen erreichte. Bei den Hauptstückgütern kann eine Steigerung von 1970 mit ca. 2.000 bis 2004 mit ca. 10.000 Milliarden Tonnenmeilen beobachtet werden. Ab 2005 kommt es erneut zu einer Steigerung von näherungsweise 9.000 bis 11.000 Milliarden Tonnenmeilen.⁹⁵

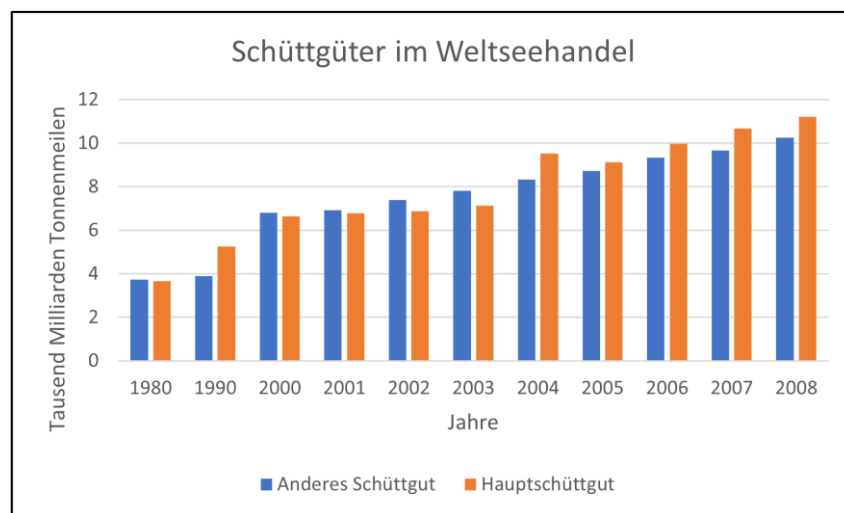


Abbildung 14: Darstellung des Weltseehandels mit Schüttgütern in Tonnenmeilen⁹⁶

In Abbildung 15 wird der Welthandel von gesamte Weltseehandel dargestellt, um den hohen Anteil an Schüttgütern am gesamte Weltseehandel darzustellen. Die Skalierung

⁹⁵ Vgl. o. V., <https://de.statista.com> (Stand: 07.10.2022)

⁹⁶ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: o. V., <https://de.statista.com> (Stand: 07.10.2022)

ist die gleiche, wie in Abbildung 14. Im Jahr 1980 betrug der gesamte Weltseehandel grob 17.000 Milliarden Tonnenmeilen, im Jahr 2000 kam es zu einer Steigerung bis ungefähr 24.000 Milliarden Tonnenmeilen, welche über die nächsten 8 Jahre eine Steigerung aufwies, bis es 2008 zu einem Weltseehandel von 33.000 Milliarden Tonnenmeilen kam.⁹⁷

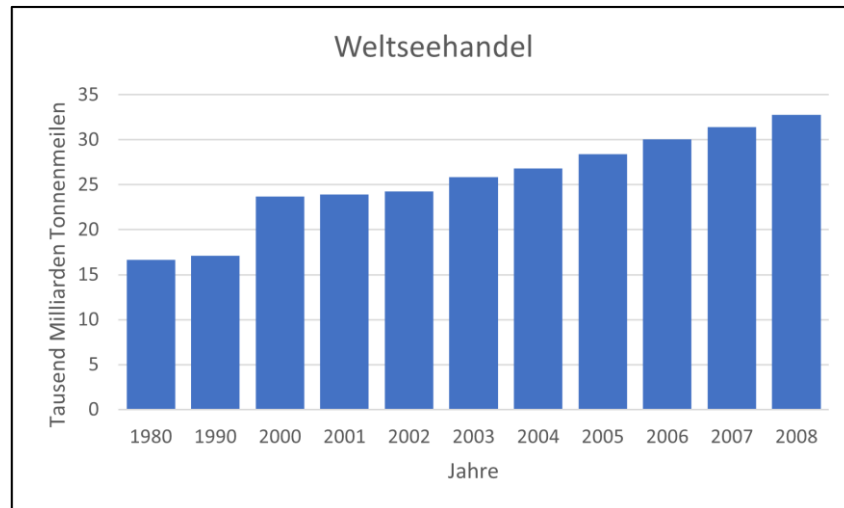


Abbildung 15: Darstellung des Weltseehandels in Tonnenmeilen⁹⁸

Im Jahr 1980 betrug der Schüttguttransport (andere Schüttgüter und Hauptschüttgüter zusammen) grob 8.000, der gesamte Weltseehandel ungefähr 17.000 Tausend Milliarden Tonnenmeilen, annähernd die Hälfte der Ware des Weltseehandels waren Schüttgüter. 2008 konnte ein Schüttguttransport von ca. 21.000 Tausend Milliarden Tonnenmeilen und ein gesamter Weltseehandel von 33.000 Tausend Milliarden Tonnenmeilen aufgezeichnet werden. Hier betrug der Anteil an Schüttgütern bereits etwa 64% am gesamten Anteil des Weltseehandels.⁹⁹

4.2.2 Beispiele von intermodalen Transportlösungen

Es werden im Folgenden drei intermodale Transportlösungen beschrieben.

Beton auf die Schiene im Hafen Wien Freudenu

Im Hafen Wien Freudenu wurde eine neue Anschlussbahn an das öffentliche Schienennetz angeschlossen. Durch dieses Konzept, welches Bau Beton in

⁹⁷ Vgl. o. V., <https://de.statista.com> (Stand: 07.10.2022)

⁹⁸ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: o. V., <https://de.statista.com> (Stand: 29.11.2022)

⁹⁹ Vgl. o. V., <https://de.statista.com> (Stand: 29.11.2022)

Kooperation mit der ÖBB durchgeführt hat, können 60.000 bis 80.000 Tonnen Bindemittel und Kies pro Jahr auf den Güterzug verladen werden und somit 3.000 LKW-Fahrten umgangen werden. Der Ausbau von Anschlussbahnen stellt eine wichtige Maßnahme zur Stärkung des Intermodalverkehrs dar. Der Rahmenplan 2023-2028 stellt die erforderlichen Rahmenbedingungen dar.¹⁰⁰ Im Rahmen des ÖBB-Rahmenplans 2023-2028 werden 19 Milliarden Euro für ein fortschrittliches Eisenbahnnetz investiert.¹⁰¹

Baustoffe auf das Binnenschiff

Mitte 2017 startete die Initiative „Baustoffe mit dem Binnenschiff“ von viadonau.¹⁰² Von 2010 bis 2014 wurden im Durchschnitt 320.000 Tonnen Zement pro Jahr aus Österreich exportiert und eine Million Tonnen Zement pro Jahr nach Österreich importiert. Die Baustoffinitiative wollte das Potential des Transports von Baustoffen auf dem Binnenschiff ausnutzen, welches durch seine niedrigen Transportkosten und seine umweltfreundliche Massenleistungsfähigkeit eine ideale Transportmöglichkeit für Baustoffe darstellt. Dabei betrachtet wurden unter anderem trockene Stückgüter wie Zement, Kalk, Schlacke, Gips, Magnesit und Magnesia, Granit und Bentonit.¹⁰³

Priorität für Energietransporte auf der Schiene in Deutschland

Die deutsche Bundesregierung plant aufgrund der Energiekrise Transporten von Gas, Kohle und Öl auf der Schiene Vorrang zu gewähren. Mit dieser Maßnahme soll sichergestellt werden, dass Raffinerien und Kohlekraftwerke zureichend versorgt sind. Gleichzeitig führt dies zu Verspätungen im Personenverkehr sowie es für Regional- und Fernzüge sogar zu Wartezeiten kommen kann.¹⁰⁴

5 Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche präsentiert. Da davor eine explorative Literaturrecherche durchgeführt wurde, mit welcher die Literatur für die obigen Kapitel ermittelt wurde und in welcher die Suchbegriffe für die Datenbank der systematischen Literaturrecherche bestimmt

¹⁰⁰ Vgl. dispo (2022), <https://dispo.cc> (Stand: 21.11.2022)

¹⁰¹ Vgl. Bundesministerium, <https://www.bmk.gv.at> (Stand: 06.12.2022)

¹⁰² Vgl. viadonau (2017), <https://www.viadonau.org> (Stand: 06.12.2022)

¹⁰³ Vgl. o. V., <https://www.viadonau.org> (Stand: 07.12.2022)

¹⁰⁴ Vgl. o. V. (2022), <https://www.tagesschau.de> (Stand: 08.12.2022)

wurde, wird ihre Vorgehensweise im ersten Abschnitt des Kapitels beschrieben. Danach erfolgt die Beschreibung der Vorgehensweise der systematischen Literaturrecherche, gefolgt von einer deskriptiven Analyse der Studien. Anschließend werden die Studien in drei Kategorien „passend“, „teilweise passend“ und „nicht passend“ gegliedert. Dafür wurde der Abstract jeder Studie gelesen. Die als passend bewerteten Studien werden gelesen und analysiert.

5.1 Vorgehensweise der explorativen Literaturrecherche

Da es sich beim Intermodalverkehr um eine Sonderform des multimodalen Verkehrs handelt und dieser in der Verkehrswirtschaft in weitere Varianten des Transports mit eigenen Bezeichnungen eingeteilt werden kann, wird im ersten Schritt dieser Arbeit ein Brainstorming durchgeführt, um alle Begrifflichkeiten, mit denen der Intermodalverkehr gleichgesetzt wird, ausfindig zu machen. Zusätzlich werden diese Begriffe ins Englische übersetzt. In Abbildung 16 werden die Ergebnisse des Brainstormings in einer Schlagwörter- und Synonymtabelle dargestellt. Ergänzend wird die Suche auf den Güterverkehr beschränkt. Anschließend werden diese Schlagwörter einzeln oder verschiedene Kombinationen dieser in der Suchmaschine der Datenbank Google Scholar und der der Universitätsbibliothek Leoben eingegeben und nach Literatur geforscht.

Das Ziel der explorativen Literaturrecherche bestand darin, Grundwissen über den Intermodalverkehr zu erwerben. In der Literatur gegebene Definitionen, Klassifikationen und Beschreibungen standen im Fokus der Recherche. Die Aufgabe bestand darin für diese Arbeit relevante Informationen und deren Zusammenhänge zu entdecken, zu selektieren und zusammenzufassen.¹⁰⁵

¹⁰⁵ Vgl. Töpfer, A. (2012), S.185

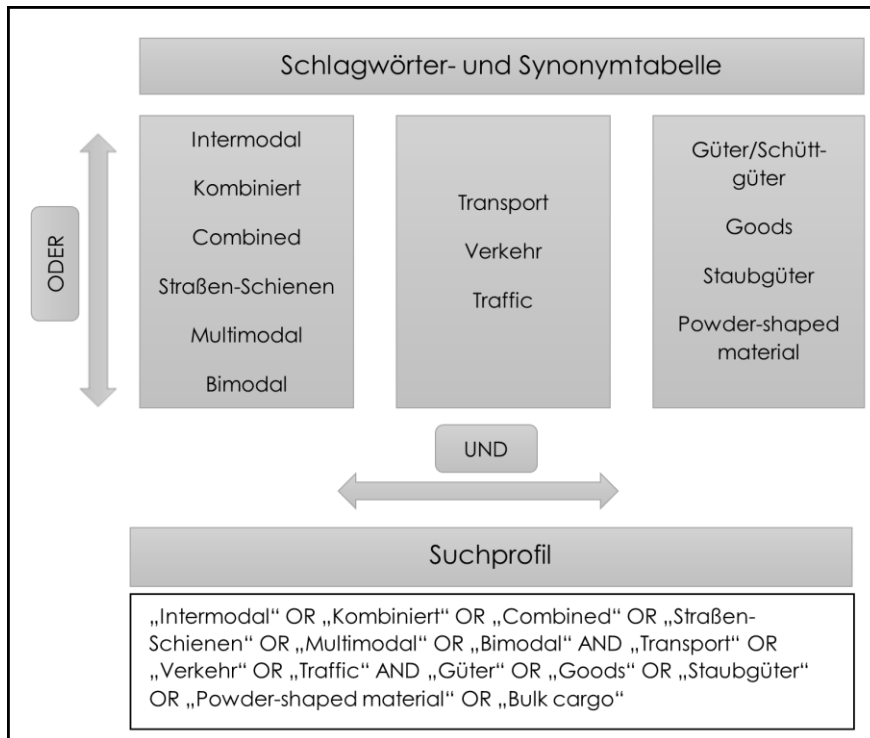


Abbildung 16: Schlagwörter- und Synonymtabelle¹⁰⁶

5.2 Vorgehensweise der systematischen Literaturrecherche und Analyse der Studien

Um den aktuellen Stand der Literatur zum Intermodalverkehr von Gütern zu untersuchen, wurde eine systematische Literaturrecherche in der Datenbank Scopus durchgeführt. Im ersten Schritt wurden die englischen Begrifflichkeiten des Intermodalverkehrs „intermodal transport“, „multimodal transport“, „bimodal traffic“, „combined traffic“, „combined transport“ und des Güterverkehrs „goods“ und „freight“ definiert, um die Suchabfrage zu definieren. Das Ergebnis dieser waren 926 Studien. Anschließend wurde die Suchabfrage auf englischsprachige Studien, publiziert in den Jahren von 2019 bis 2023 eingegrenzt. Dadurch wurde die Suche auf 238 Studien reduziert. Als Dokumententyp wurden „conference paper (cp)“, „article (ar)“ und „book chapter (ch)“ gewählt, womit die Suche auf 229 Studien limitiert wurde. Als Fachgebiete wurden „Engineering“ und „Business, Management und Accounting“ eingetragen und somit die finale Anzahl von 137 Studien festgelegt. Abbildung 17 stellt die schrittweise Veränderung der Anzahl der Artikel durch die genannten Einschränkungen dar.

¹⁰⁶ Quelle: Eigene Darstellung

Die finale Suchabfrage wurde wie folgt in Scopus definiert: TITLE-ABS-KEY („intermodal transport“ OR „multimodal transport“ OR „bimodal traffic“ OR „combined traffic“ OR „combined transport“ AND (goods OR freight)) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO, 2019)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, „ar“) (LIMIT-TO (DOCTYPE, „cp“) OR LIMIT-TO(DOCTYPE, „ch“)) AND (LIMIT-TO(SUBJAREA, „ENGI“) OR LIMIT-TO(SUBJAREA, „BUSI“)) AND (LIMIT-TO(LANGUAGE, „English“)).

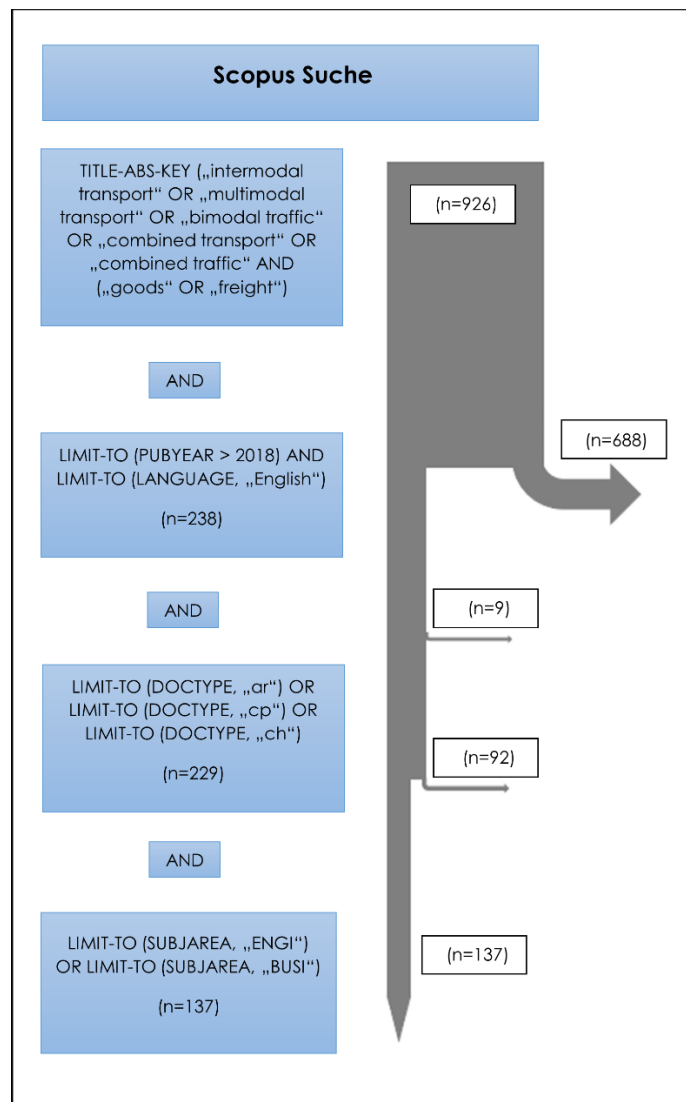


Abbildung 17: Darstellung des Suchprozesses in Scopus¹⁰⁷

Anschließend wird eine deskriptive Analyse über die Studien durchgeführt. Die Studien werden hinsichtlich folgender Aspekte untersucht:

¹⁰⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Page, M. J. u.a. (2021), vom Brocke, J. u.a.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

- Anzahl der Studien pro Jahr
- Anzahl der Studien pro Dokumententyp
- Anzahl der Studien pro Verlag
- Anzahl der beteiligten Personen pro Studie
- Art der Studie (Case Study, Simulation, Review, ...)
- Geographische Lage der Untersuchung
- Industriesektor der Untersuchung

Nach der deskriptiven Analyse wurden die Studien in drei Kategorien gegliedert, indem der Abstract jeder Studie betrachtet wird. Die Kategorien können folgend beschrieben werden:

- **Passend:** In der Studie werden bestehende Intermodalverkehr-Konzepte hinsichtlich ökologischer und/oder ökonomischer Aspekte oder mögliche Potentiale und Barrieren des Intermodalverkehrs hinsichtlich ökologischer und/oder ökonomischer Aspekte untersucht.
- **Teilweise passend:** Betrachtet werden Umschlagterminals, Containerumschlaggeräte oder Intermodalverkehr unterstützende Maßnahmen.
- **Unpassend:** Fokus liegt nicht auf der Untersuchung des Intermodalverkehrs, sondern in der Untersuchung der Lage von Standorten, Routen oder Transportnetzwerken.

Die als „passend“ bewerteten Studien wurden gelesen und näher analysiert.

Intermodalverkehr von Staubgütern

Für die systematische Literaturrecherche dieser Arbeit wurden die Synonyme für den Intermodalverkehr mit den englischen Begriffen für Waren in Verbindung gesetzt, da eine konkretere Eingrenzung in Staubgüter oder Stückgüter zu keinen bzw. sehr wenigen Ergebnissen geführt hat.

Für die erste dieser Untersuchabfragen wurde statt „goods“ und „freight“, wie es in der finalen Suchabfrage definiert wurde, der englische Begriff für Staubgüter „powder-shaped material“, eingegeben.

Die erste Untersuchabfrage wurde demnach wie folgt in Scopus definiert: TITLE-ABS-KEY („intermodal transport“ OR „multimodal transport“ OR „bimodal traffic“ OR „combined traffic“ OR „combined transport“) AND („powder-shaped material“).

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Für diese definierte Suchabfrage wurden in Scopus keine Studien gefunden, daher konnte auch keine weitere Abgrenzung in Jahre, Dokumententyp und Fachgebiet durchgeführt werden.

Da es sich bei Staubgütern um feinkörnige Schüttgüter handelt, wurde eine zweite Untersuchabfrage bestimmt, welche die englischen Begriffe für Schüttgüter „bulk freight“, „bulk cargo“ oder „bulk material“ statt „goods“ und „freight“, wie in der finalen Suchabfrage definierte.

Die zweite Untersuchabfrage wurde wie folgt in Scopus festgelegt: TITLE-ABS-KEY („intermodal transport“ OR „multimodal transport“ OR „bimodal traffic“ OR „combined traffic“ OR „combined transport“) AND („bulk freight“ OR „bulk cargo“ OR „bulk material“)

Mit dieser Suchabfrage konnten neun Studien ausfindig gemacht werden. Da es sich hierbei um keine hohe Anzahl an Studien handelte und weitere Abgrenzungen in Jahre, Dokumententyp und Fachgebiet die Anzahl der Studien weiter minimieren würde, wurde dies nicht mehr durchgeführt.

Aus dem gleichen Grund wurden auch keine deskriptive Analyse und Bewertung in Kategorien der Studien getätigt.

5.3 Deskriptive Analyse

Es folgt eine deskriptive Analyse der 137 ausgewählten Studien.

Anzahl der Studien pro Jahr

Um die Entwicklung des Themas zu untersuchen, wurde die Anzahl der Studien von 2019 bis 2023 betrachtet. Im Jahr 2019 wurden 39 Studien (28,47%), im Jahr 2020 dreißig Studien (21,90%), im Jahr 2021 siebenunddreißig Studien (27,01%) und im Jahr 2022 dreißig Studien (21,90%) veröffentlicht, siehe Abbildung 18 dargestellt. Die Untersuchung zeigt, dass es seit 2019 keine auffälligen Unterschiede in der Anzahl der veröffentlichten Studien gibt. Aufgrund der durch den Verkehr verursachten Umweltschädigungen und der Klimaziele der EU lässt sich vermuten, dass das Interesse an diesem Thema in den nächsten Jahren steigen wird.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

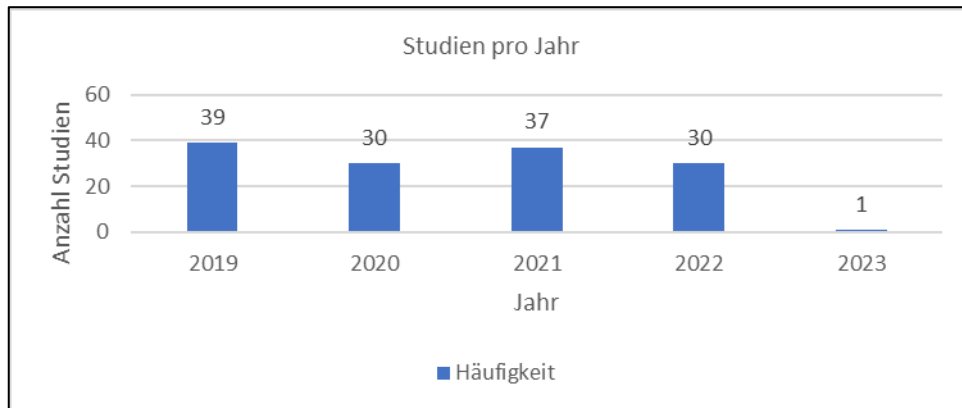


Abbildung 18: Deskriptive Analyse: Anzahl der Studien pro Jahr¹⁰⁸

Anzahl der Studien pro Dokumententyp

Bei der Untersuchung des Dokumententyps handelt es sich bei 81 Studien um Artikel (59,12%), bei 49 Studien (35,77%) um Konferenzbeiträge und bei 7 Studien um Buchkapitel (5,11%), Abbildung 19 darstellt.

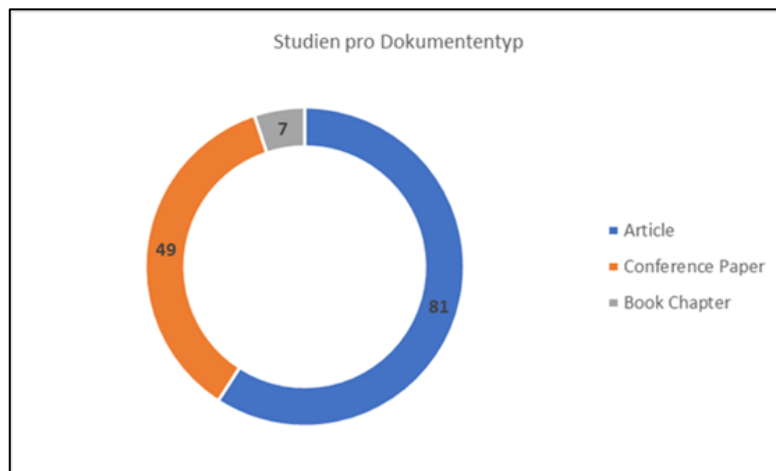


Abbildung 19: Deskriptive Analyse: Anzahl der Studien pro Dokumententyp¹⁰⁹

Anzahl der Studien pro Verlag

Die meisten Studien wurden in Elsevier (16,06%) veröffentlicht, gefolgt von Institute of Electrical and Electronics Engineers (13,87%), Springer Science and Business Media (12,41%), MDPI (6,57%), Silesian University of Technology (4,38%), Hindawi Publishing Corporation (3,65%), SPIE Digital Library (3,65%), IOP-Publishing (2,92%) und Taylor and Francis (2,92%), siehe Abbildung 20.

¹⁰⁸ Quelle: Eigene Darstellung

¹⁰⁹ Quelle: Eigene Darstellung

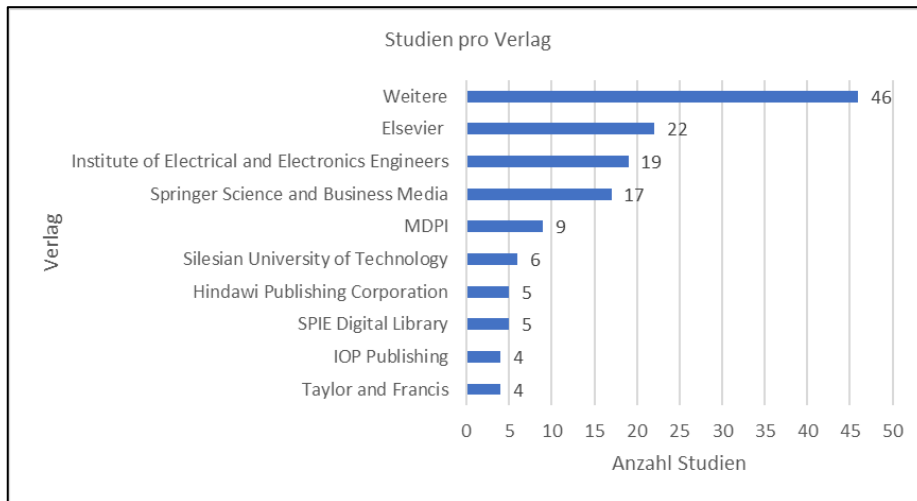


Abbildung 20: Deskriptive Analyse: Anzahl der Studien pro Verlag¹¹⁰

Anzahl der beteiligten Autoren pro Studie

Um Forschungsk Kooperationen zu ermitteln, wurde die Anzahl der Autoren pro Studie bestimmt. Die häufigste Anzahl an Autoren beträgt drei (29,93%) gefolgt von zwei Autoren (23,36%), vier Autoren (19,71%), einem Autor (10,95%), fünf Autoren (6,57%), sechs Autoren (5,84%), sieben Autoren (2,92%) und neun Autoren (0,73%), siehe Abbildung 21.

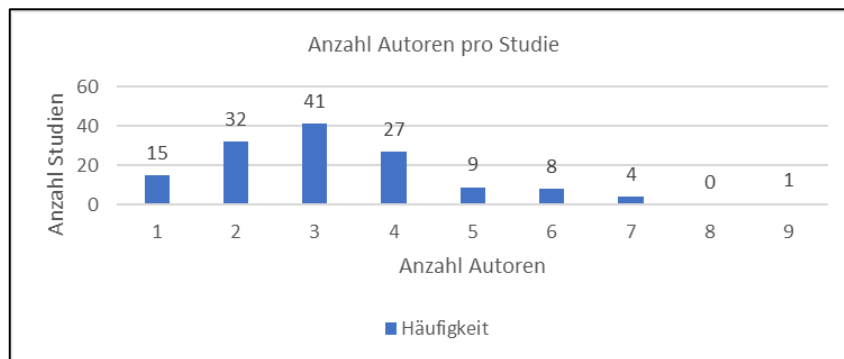


Abbildung 21: Deskriptive Analyse: Anzahl der Autoren pro Studie¹¹¹

Art der Studien

Es wurde eine Unterteilung der Studien in folgende Kategorien durchgeführt: Simulation, Modellbildung, Case Study, Review, Other/Mixed¹¹² und Interview. 50 der Studien wurden in die Kategorie „Modellbildung“, 30 in „Review“, 20 in „Other/Mixed“,

¹¹⁰ Quelle: Eigene Darstellung

¹¹¹ Quelle: Eigene Darstellung

¹¹² „Other“ steht für eine andere Kategorie und „Mixed“ dafür, dass mehrere Untersuchungen in einer Studie durchgeführt wurden.

16 in „Simulation“, 12 in „Case Study“ und 9 in „Interview“ gegliedert, siehe Abbildung 22.

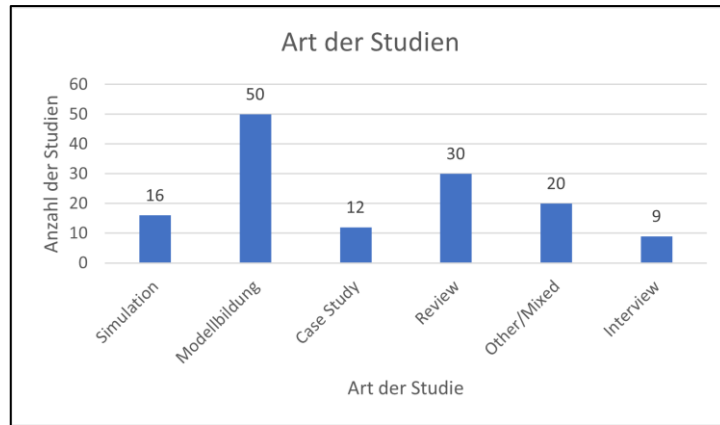


Abbildung 22: Deskriptive Analyse: Art der Studien¹¹³

Geographische Lage der Untersuchung

In 68 der 137 Studien liegt der Fokus der Untersuchung in definierten geographischen Gebieten. Somit können diese 68 Studien in Kontinente gegliedert werden, wobei in einigen Studien kontinentalübergreifende Transporte untersucht werden. In diesen Fällen zählen alle Kontinente, die in dieser Studie betrachtet werden, einzeln zur Statistik dazu. (z.B.: Transport zwischen China und Europa – Sowohl Asien also auch Europa wird der Statistik hinzugefügt). Abbildung 23 stellt die Ergebnisse dar. Der Fokus liegt auf Europa (58,75%), gefolgt von Asien (27,50%), Amerika (8,75%), Afrika (2,50%) und Australien (2,50%).

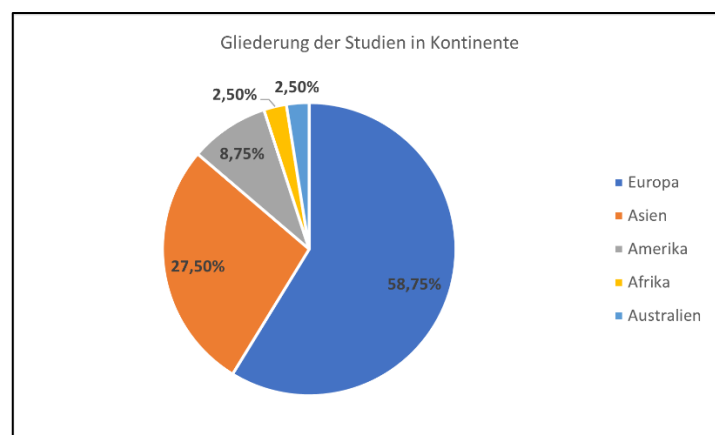


Abbildung 23: Gliederung der Studien nach Kontinenten¹¹⁴

¹¹³ Quelle: Eigene Darstellung

¹¹⁴ Quelle: Eigene Darstellung

In einigen Studien wurden konkrete Länder und Gewässer definiert. China, Italien, Russland, Polen, Bulgarien und die Slowakei wurden in mehr als zwei Studien behandelt.

Industriesektor der Untersuchung

Es konnte in Bezug auf den Industriesektor keine Statistik durchgeführt werden, da sich nur 7 der 137 Studien auf einen bestimmten Industriesektor konzentrierten. Der Fokus dieser lag in der Agrar-, Chemie-, Pharmazie-, Öl- und Gasindustrie.

5.4 Einteilung der Studien in Kategorien

Die finalen Studien wurden in die Kategorien „passend“, „teilweise passend“ und „nicht passend“ gegliedert. Dafür wurde der Abstract jeder Studie gelesen. Studien, die bestehende Intermodalverkehr Konzepte¹¹⁵ hinsichtlich ökologischer und/oder ökonomischer Aspekte oder mögliche Potentiale und Barrieren des Intermodalverkehrs hinsichtlich ökologischer und/oder ökonomischer Aspekte untersuchen, wurden mit passend bewertet. Studien, die Umschlagterminals, Containerumschlaggeräte oder Intermodalverkehr unterstützende Maßnahmen betrachten, wurden mit „teilweise passend“ beurteilt. Studien, die sich auf ein anderes Thema fokussieren oder die Lage von Standorten, Routen oder Transportnetzwerken untersuchen, wurden der Kategorie „nicht passend“ zugewiesen. Tabelle 1 stellt das Ergebnis der Bewertung dar. 27 Studien wurden als passend, 15 als „teilweise passend“ und 88 als „nicht passend“ bewertet. 7 der Studien sind in Scopus ausschließlich mit „related documents“ gekennzeichnet. Diese Dokumente werden nicht weiter betrachtet. Tabelle 1 bildet die Ergebnisse ab.

Tabelle 1: Einteilung der Studien in Kategorien¹¹⁶

| Kategorie | Anzahl | Anteil [%] |
|-------------------|---------------|-------------------|
| Gesamt | 137 | 100,00 |
| Passend | 27 | 19,71 |
| Teilweise passend | 15 | 10,95 |
| Nicht passend | 88 | 64,23 |

¹¹⁵ Oder Multimodalverkehr oder KV-Konzepte

¹¹⁶ Quelle: Eigene Darstellung

5.5 Analyse der Studien

In diesem Kapitel werden die als passend bewerteten Studien näher analysiert. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden fünf Case Studies beschrieben und ihre Barrieren und Potentiale bezogen auf den Multimodalverkehr (MV) analysiert. Dabei wird zuerst das Thema der Case Study vorgestellt und anschließend die Ergebnisse präsentiert. Für ausführlichere Informationen wird auf die dazugehörige Studie verwiesen. Anschließend werden die erforschten Barrieren in folgende Kategorien gegliedert:¹¹⁷

- Nachfragebezogene Barriere
- Eigenschaften der Sendungen
- Organisatorische Barrieren
- Infrastrukturelle Barrieren
- Rechtliche/Politische Barrieren

Da der ökologische Gesichtspunkt der Verkehrsmittel, welcher in Kapitel 2.4 näher behandelt wird, eine große Rolle im Verkehrswesen spielt, richtet sich ein Augenmerk bei der Analyse auf den Umweltaspekt. Zudem gehören Kosten und Lieferzeit zu den wichtigsten Einflussfaktoren auf die Entscheidung über die Wahl der Verkehrsmittel, weshalb die Case Studies weiter hinsichtlich folgender Aspekte analysiert, werden:¹¹⁸

- Umweltaspekt
- Kostenaspekt
- Transitzeit

Im zweiten Abschnitt des Kapitels werden die Barrieren des MVs näher beschrieben. Der dritte Abschnitt zeigt politische Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten zur Förderung des MVs auf. Anschließend wird der Kosten-, Umweltaspekt und die Transitzeit näher diskutiert, gefolgt von der europäischen Entwicklung des MVs und der Vorstellung eines Hochgeschwindigkeits-Schieneverkehrs Konzepts in Europa.

¹¹⁷ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹¹⁸ Vgl. Qi, Y. u.a. (2022) zitiert nach Li, Q. u.a. (2020)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

In diesem Kapitel werden dieselben Ausdrücke für den Intermodalverkehr verwendet wie in den dazugehörigen Studien. Die konkreten Unterschiede wurden bereits in Kapitel 2.2 behandelt. Daher kann es vorkommen, dass in einem Absatz sowohl vom Intermodal-, Multimodalverkehr als auch vom KV die Rede ist.

5.5.1 Case Studies

Im Folgenden werden fünf Case Studies vorgestellt. Die dazugehörige Studie und deren Autoren werden in Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Dazugehörige Studie und Autoren der behandelten Case Studies¹¹⁹

| Bezeichnung | Titel der Studie | Autoren |
|---------------------|--|--|
| Case Study 1 | Combined transport: Cheaper and greener. A successful Italian case study | L. Rotaris, S. Tonelli, L. Capoani |
| Case Study 2 | Optimal subsidy scheme design for promoting intermodal freight transport | Q. Hu, Q. Gu, S. Wang |
| Case Study 3 | An Innovative Simulation Agent-Based Model for the Combined Sea-Road Transport as a DSS | A. Renna, M. Petrelli, S. Carrese, R. Bertocci |
| Case Study 4 | The Impact of the Internalization of External Costs I the Competitiveness of Short Sea Shipping | M. M. Ramalho, T.A. Santos |
| Case Study 5 | Numerical Modeling of Air Pollutants and Greenhouse Gases Emissions in the Intermodal Transport Chains | M. M. Ramalho, T. A. Santos |

Case Study 1: Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

Die betrachtete Studie untersucht die Verlagerung von Zwischenprodukten von der Straße auf den kombinierten Straßen-Schienen Verkehr einer italienischen Tochtergesellschaft eines internationalen Konzerns.

Wärtsilä Corporation ist eine finnische Firma, die Motoren für den Energie- und Schiffsektor herstellt. Eine der größten Produktionen, das Delivery Centre Trieste (DCT), liegt in Friuli-Venezia Giulia. In dieser Produktion werden alle 70 Tage über 30 Motoren

¹¹⁹ Quelle: Eigene Darstellung

angefertigt. DCT bezieht die Gussteile der Motorblöcke von verschiedenen Gießereien, unter anderem auch aus Deutschland. Diese stellen die Hauptlieferanten für Motorblöcke mittlerer bis großer Durchmesser dar, zwei dieser Gießereien befinden sich in der Nähe von Düsseldorf.

Beim unimodalen Transport auf der Straße werden die Gussteile der Motorblöcke mit LKWs von Düsseldorf in drei italienische Werkstätten zur Vorbearbeitung gebracht. Zwei dieser befinden sich in Santorso bei Vicenza und eine in Magnago bei Mailand. Anschließend werden die Motorblöcke von dort aus an das DCT-Werk geliefert. Da einige Faktoren die Komplexität des Straßenverkehrs erschweren, wurde der KV eingeführt. Zu diesen Faktoren gehört die Einschränkung der Schwerlasttransporte auf die von der Regierung vorgeschriebenen Tage, die Begrenzung der Arbeitszeit der Fahrer von neun Stunden und die hohe Steigerung der Kosten aufgrund von Änderungen der geplanten Route.

Beim KV wird der Güterzug von der deutschen Gießerei auf ihrem eigenen Gleisanschluss beladen. Ein Eisenbahnunternehmen transportiert die Gussteile entweder zum Terminal in Desio oder Cervignano. Von dort aus werden die Gussteile auf einen Sattelaufleger umgeladen und nach Santorso oder Magnago geliefert. Dort werden sie bearbeitet und anschließend zum DCT-Werk gebracht.

Durch den Einsatz des KVs konnten die Transportkosten um 23% gesenkt werden, aufgezeichnet wurden 74 Sendungen im Jahr 2019 und 73 Sendungen im Jahr 2020. Allerdings war die durchschnittliche Kosteneinsparung nach Vicenza (1110 km mit dem Zug und 190 km mit dem LKW) größer als nach Mailand (890 km mit dem Zug und 65 mit dem LKW), was an der längeren Strecke liegt. Ein weiterer Einflussfaktor auf die Kosteneinsparung stellt das Gewicht der Sendungen dar. Nach Mailand wurden ca. 43 t, nach Vicenza 77 t geliefert. Die durchschnittliche Transitzeit der Sendungen nach Mailand unterscheidet sich nicht signifikant zur Transitzeit des unimodalen Transports. Die durchschnittliche Transitzeit des KVs nach Vicenza war im Gegensatz zum unimodalen Transport doppelt so lang. Generell konnte der Straßentransport durch den KV um 820 km bzw. 810 km verkürzt werden, je nachdem ob Vicenza oder Mailand befahren wird, was zu einer Reduktion der externen Kosten von 200.000€ im Jahr 2019 und 2020 führte. Tabelle 3 geht näher auf die externen Kosten ein.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Tabelle 3: Darstellung der durchschnittlichen externen Kosten und der externen Gesamtkosten der Case Study 1¹²⁰

| Externe Kosten | Durchschnittliche externe Kosten (€/t-km) | | Externe Gesamtkosten (€) | |
|--------------------------|---|---------|--------------------------|----------------------|
| | Straße | Schiene | Straße | Kombinierter Verkehr |
| Unfälle | 0,013€ | 0,001€ | 119.908€ | 31.583€ |
| Luftverschmutzung | 0,008€ | 0,002€ | 73.790€ | 33.386€ |
| Klimawandel | 0,005€ | 0,001€ | 46.119€ | 14.317€ |
| Lärm | 0,005€ | 0,006€ | 46.119€ | 68.722€ |
| Stau | 0,008€ | 0,000€ | 73.790€ | 13.236€ |
| Insgesamt | 0,039€ | 0,010€ | 359.724€ | 161.245€ |

Als Barriere wurde die höhere Anzahl an beteiligten Parteien im KV genannt. Da die Wirksamkeit der Lieferkette durch die höhere Anzahl an beteiligten Parteien (z.B.: Eisenbahnunternehmen und Terminalbetreibern) und Umschlagplätzen geschwächt werden könnte. Darüber hinaus wird jede beteiligte Person individuell und im Rahmen ihrer logistischen und finanziellen Mittel handeln, womit es zu Interessenskonflikten kommen könnte. Eine weitere Barriere, welche vom transportieren Produkt und Terminal abhängt, stellt die Beschränkung der Durchfahrt von Schwerlasttransporten auf Samstag und 50 km/h von der italienisch-österreichischen Grenze zum Terminal in Italien dar, die besteht, um Überschneidungen mit dem Personenverkehr zu vermeiden. Des Weiteren konnte mit dem learning-by-doing Effect der multimodalen Verkehrsunternehmen die anfängliche Transitzeit von 15 bis 20 Tagen im Jahr 2019 auf durchschnittlich 7 Tage im Jahr 2020 reduziert werden. Dies konnte durch eine Verbesserung der Streckenführung und der Leistung der Eisenbahnunternehmen erreicht werden. Die in Italien durchgeführten Maßnahmen zur Unterstützung des KVs gelten nur im nationalen Transport und dem DCT- Management waren keine weiteren

¹²⁰ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) basierend auf van Essen, H. u.a. (2020)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Subventionen für Eisenbahnunternehmen oder multimodale Verkehrsunternehmen bei der Einführung des KVs bekannt.

Zwei entscheidende Faktoren trugen zur erfolgreichen Einführung des KVs bei. Einerseits das proaktive Management der Firma, welches die Steigerung der Nachhaltigkeit und die Effizienz der Transportkette unterstützte, andererseits die Fähigkeit der multimodalen Verkehrsunternehmen einen auf die speziellen Bedürfnisse des Unternehmens gerechten KV zu organisieren.

Die Studie hat gezeigt, dass Betreiber und Frächter wenig Wissen über die ökologischen und ökonomischen Vorteile des KVs haben. Dies könnte mit Informationskampagnen auf regionaler Ebene verbessert werden. Des Weiteren sollten die politischen Entscheidungsträger auf die Effizienz des KVs aufmerksam machen und diesen fördern. Hierbei schlagen die Autoren vor, konkrete Ergebnisse von Kosten-Wirksamkeitsanalysen auf der Webseite des Bundesministeriums zu veröffentlichen, Konferenzen oder Workshops abzuhalten und die jährlich ausgeschütteten Subventionen zu veröffentlichen. Aus dem infrastrukturellen Blickwinkel sollten Güterverkehrszentren und Trockenhäfen in der Nähe wichtiger multimodaler Verkehrspunkten liegen und technisch gut ausgestattet sein, um den MV zu vermarkten. In Italien gibt es sehr viele abgelegene und schlecht ausgestattete Güterverkehrszentren, welche aus öffentlichen Quellen finanziert werden. Die Leistung dieser sollte von der Regierung überwacht, beurteilt und die besten Güterverkehrszentren unterstützt werden. Zudem wird die Nichtumsetzung der Internalisierung der externen Kosten des Straßenverkehrs kritisiert.

Tabelle 4 fasst die Barrieren und Potentiale dieser Case Study zusammen.

Tabelle 4: Darstellung der Barrieren und Potentiale der Case Study 1 ¹²¹

| | |
|------------------------------------|--|
| Nachfragebezogene Barriere | Fehlendes Wissen der Betreiber über die ökologischen und ökonomischen Vorteile des KVs. |
| Eigenschaften der Sendungen | Je größer die Sendung und je weiter die Strecke, desto höher die Kostenreduktion. |
| Organisatorische Barriere | Bedrohung der Wirksamkeit der Lieferkette durch die höhere Anzahl an beteiligten Personen im KV. |

¹²¹ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

| | |
|-----------------------------------|---|
| Infrastrukturelle Barriere | Einschränkungen in der Nutzung der Eisenbahninfrastruktur in Bezug auf Zeit und Geschwindigkeit. |
| Umweltaspekt | Reduktion der externen Kosten um 200.000€ durch Einführung des KVs. |
| Kostenaspekt | Einsparung der Transportkosten um 23% durch Einführung des KVs. |
| Transitzeit | In einer der intermodalen Transportkette konnte keine Verbesserungen der Transitzeit festgestellt werden, in der anderen wurde eine Verschlechterung der Transitzeit im Gegensatz zum unimodalem Straßentransport erreicht. |

Case Study 2: Hu, Q.; Gu, W.; Wang, S. (2022)

Anhand einer durchgeführten Case Study in Guangdong in der Region Pearl River Delta (PRD) in China wurde ein Subventionsschema vorgeschlagen, das zur Förderung des intermodalen Verkehrs beitragen kann.

In der Studie wurde ein allgemeines Subventionsschema für den Containerverkehr für Verloader mit dem Fokus auf den Straßen- und Wasserverkehr entwickelt. Ein zweistufiges Modell wurde entworfen, welches die Routen- und Verkehrsmittelwahl jedes Verladeters darstellt, das den intermodalen Anteil maximiert und die gesamten Subventionsausgaben minimiert. Zusätzlich wird ein zweites Modell ausgearbeitet, welches die CO_2 -Emissionen verringert.

Das Ziel der Regierung von Guangdong bestand darin, die Nutzung des Pearl Rivers als Verkehrskorridor zu nutzen, um die durch den Straßenverkehr verursachten Emissionen und Überlastung der Autobahnen zu reduzieren.

Es wurde festgestellt, dass ein entfernungsabhängiges Schema tendenziell mehr kostet als ein Schema mit fixen Ratenzahlungen. Mit einer fixen Rate von 20,27 \$/TEU (Twenty-Foot Equivalent Unit) und einer entfernungsabhängigen Zahlung von 0,011 \$/km/TEU kann der Intermodalverkehr in der PRD-Region um 16% gesteigert werden.

Aus dieser Case Study konnte eine politische Barriere abgeleitet werden. Diese wird in Tabelle 5 dargestellt.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Tabelle 5: Darstellung der politischen Barriere der Case Study 2¹²²

| | |
|---------------------------------------|--|
| Rechtliche/Politische Barriere | Durch fehlende Subventionen zur Förderung des Intermodalverkehrs werden Unternehmen beim Transport intermodaler Transportketten finanziell nicht bestärkt. |
|---------------------------------------|--|

Case Study 3: Renna, A. u.a. (2021)

In dieser Studie wird ein Simulationswerkzeug entwickelt, welches als Entscheidungshilfe für die Wahl zwischen dem Straßen- und dem kombinierten See-/Straßenverkehr verwendet werden kann. Dieses Simulationswerkzeug kann ein gesamtes Netz simulieren, die O/D Paare (Origin/Destination) ermitteln, die für die Umsetzung neuer Strategien interessant sind und die Auswirkungen der Umsetzung von definierten Strategien bewerten. Es wurden folgende drei Strategien entworfen und simuliert:

- Internalisierung der externen Kosten für Schwerfahrzeuge
- Erhöhung der Geschwindigkeit von RoRo-Transporten (Roll on-Roll off)
- Entwicklungen neuer RoRo-Routen

In Tabelle 6 werden die Werte gezeigt, die bei der Simulation für die jeweilige Strategie verwendet wurden.

Tabelle 6: Werte für die in Case Study 3 verwendete Simulation¹²³

| | |
|--|--|
| Kostenerhöhung für Schwerfahrzeuge [€/km]¹²⁴ | 0,06; 0,2; 0,5; 1 |
| Erhöhung der Geschwindigkeit von RoRo Transporten [kn] | 20; 22; 24 |
| Betrachtung neuer RoRo Routen | Genoa – Civitavecchia; Genoa – Salerno; Genoa – Naples; Livorno - Naples |

Diese entwickelte Methode wurde auf das italienische Straßen- und Seeverkehrsnetz angewandt. Dabei werden alle Seehäfen, die einen RoRo-Verkehr anbieten,

¹²² Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Hu, Q.; Gu, W.; Wang, S. (2022)

¹²³ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Renna, A. u.a. (2021)

¹²⁴ In der Studie als CEI (Internalization of the external costs of heavy vehicles) bezeichnet

berücksichtigt. Das multimodale Verkehrsnetz beinhaltet 27 Häfen und 107 Verkehrszonen. Die zur Erstellung des Modells erforderlichen Daten wurden offenen Datenbanken und Webseiten des italienischen Ministeriums entnommen. Die Effektivität der Strategien wird mittels der Anzahl der besuchten O/D Paare und der Tonnen, die durch den See-Straßentransport transportiert werden, bewertet. Abbildung 24 stellt die Anzahl der O/D Paare und die Tonnen für alle Werte der Simulation dar. Lösung T* berücksichtigt die Minimierung der Transportzeit und Lösung C* die Minimierung der Transportkosten. Die Kostenerhöhung für Schwerfahrzeuge bringt Vorteile, insbesondere für die Lösung T* und ist umso höher, je höher die zusätzlichen Kosten sind. Bei der Lösung C* bringt nur die Erhöhung von 0,06 €/km eine Verbesserung, die anderen Werte dieser Strategie weisen eine Verschlechterung auf, was sich damit erklärt, dass die derzeit herangezogenen O/D Paare bereits die beste Lösung zur Minimierung der Transportkosten darstellen. Die Erhöhung der Geschwindigkeit der RoRo-Transporte bringt Verbesserungen für beide Lösungen. Je höher die Geschwindigkeit, desto höher ist die Verbesserung. Genauso führen zwei neue Routen (Genoa-Salerno und Genoa-Naples) zu Verbesserungen.

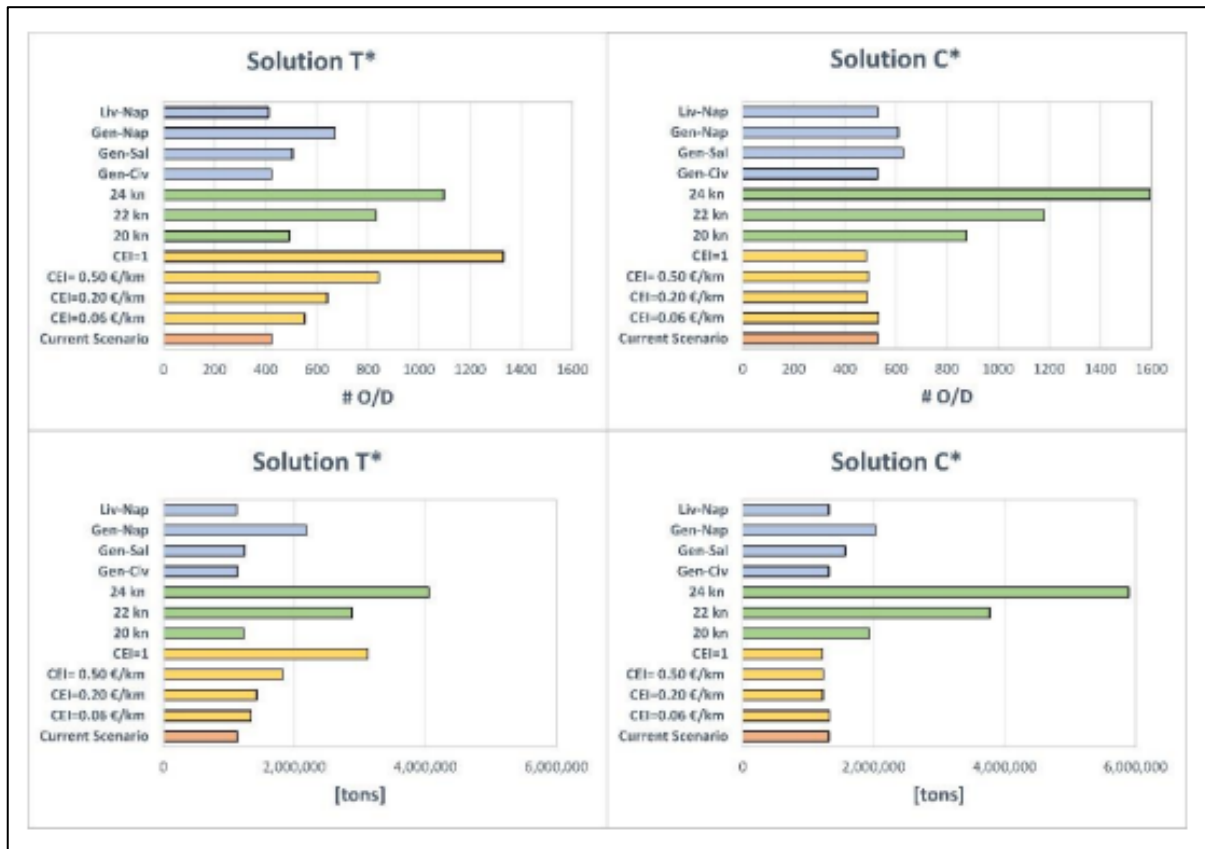


Abbildung 24: Lösung der Simulation der Case Study 3¹²⁵

Mit Hilfe dieses Modells können neue Strategien definiert werden, welche die RoRo-Dienste verbessern, oder neue Routen ermittelt werden. Als beste Maßnahme zur Verbesserung des RoRo-Dienstes erwies sich die Erhöhung der Geschwindigkeit des RoRo-Transports auf 22 kn, welche ein ideales Gleichgewicht zwischen den Schifffahrtkosten und der potenziellen Nachfrage darstellt. (Ein Knoten, kn) entspricht einer Geschwindigkeit von 1,852 km/h)

In dieser Case Study wurde gezeigt, dass die infrastrukturellen Barrieren dazu führen, dass der intermodale Transport nicht die optimale Transportlösung für Unternehmen darstellt und daher der unimodale Transport bevorzugt wird. Tabelle 7 stellt diese Barriere der Case Study dar.

¹²⁵ Renna, A. u.a. (2021)

Tabelle 7: Darstellung der infrastrukturellen Barriere der Case Study 3¹²⁶

| | |
|-----------------------------------|--|
| Infrastrukturelle Barriere | Mit Hilfe von Veränderungen der gegebenen Infrastruktur kann die Leistung des intermodalen Verkehrs verbessert werden. |
|-----------------------------------|--|

Case Study 4: Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021)

In dieser Case Study wird eine Methode zur Berechnung der externen Kosten eines intermodalen Verkehrsnetzes vorgestellt. Es werden die Straßen-, Schienen-, See-, und Binnenschiffverbindungen betrachtet, die verschiedenen Merkmale der Transportalternativen und Fahrzeugtypen berücksichtigt, sodass die Verkehrsträger miteinander verglichen werden können.

Zwischen Portugal (Porto) und Deutschland (Stuttgart) wurden verschiedene intermodale Transportketten dargestellt, die externen Kosten dieser berechnet und diese miteinander verglichen. Im EU-Handbuch werden externe Kosten in folgende Kategorien eingeteilt: Unfälle, Stau, Lärm, Luftverschmutzung, Klimaveränderung, Well-to-tank (WTT) Emissionen und Infrastruktur. Tabelle 8 stellt die externen Kosten der verschiedenen Verkehrsträger dar.

Tabelle 8: Darstellung externer Kosten der Verkehrsträger¹²⁷

| Verkehrsträger/ Kategorien | Straßenverkehr | Schienenverkehr | Binnenschiffverkehr | Kurzstreckenseeverkehr |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Unfälle | √ | √ | √ | - |
| Stau | √ | - | - | - |
| Lärm | √ | √ | - | - |
| Luftverschmutzung | √ | √ | √ | √ |
| Klimaveränderung | √ | √ | √ | √ |

¹²⁶ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Renna, A. u.a. (2021)

¹²⁷ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b) zitiert von van Essen, H. u.a. (2020)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

| | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|
| Well-To-Tank-Emissionen | √ | √ | √ | √ |
| Infrastruktur | √ | √ | - | - |

Zu den Unfallkosten zählen beispielsweise Materialkosten oder medizinische Kosten. Unfälle zählen nicht zu externen Kosten des Kurzstreckenseeverkehrs, da dort sehr selten Unfälle passieren. Diese machen im Allgemeinen weniger als 0,001% des Bruttoinlandproduktes eines Landes aus. Staukosten sind Zeitkosten, da in dieser Zeit eine andere wirtschaftlich nützliche Aktivität getätigt werden könnte. Es gibt im EU-Handbuch keinen mengenmäßigen Nachweis von Staukosten im Schienen-, Binnenschiff- und Kurzstreckenseeverkehr. Es werden keine Lärmkosten im Binnenschiff- und Kurzstreckenseeverkehr angenommen. Zu den Kosten der Luftverschmutzung zählen die Auswirkungen der Luftschadstoffe auf die Gesundheit des Menschen und die Kosten auf das Ökosystem, welche durch den Ausstoß der THG-Emissionen verursacht werden. Die WTT-Kosten repräsentieren die vorgelagerten Kosten der Energieerzeugung. Zuletzt werden die Kosten für die Infrastruktur der Straße und Schiene genannt.

In dieser Case Study wurden fünf Transportketten von Porto nach Stuttgart abgebildet (A: unimodale Transportkette, B-E: intermodale Transportkette). Tabelle 9 stellt die Verkehrsträger, zurückgelegten Entfernungen pro Verkehrsträger und pro Land sowie die Durchschnittsgeschwindigkeiten der verschiedenen Transportketten dar.

Tabelle 9: Transportketten von Porto nach Stuttgart¹²⁸

| Transportkette | Verkehrsträger | Entfernungen pro Verkehrsträger | Entfernungen pro Land | Durchschnittsgeschwindigkeit |
|-----------------------|----------------------------------|--|---|-------------------------------------|
| A | Straßenverkehr | Straße: 2262,6 km | PT: 229,5 km ES: 532,6 km FR: 1180,9 km DE: 235,7 km | Straße: 80 km/h |
| B | Straßen- und Binnenschiffverkehr | Straße: 640,3 km Binnensee: 1720 km | PT: 9,2 km NL: 188,4 km | Straße: 80 km/h Binnensee: 15 km |

¹²⁸ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b)

| DE: 442,7 km | | | | |
|--------------|---|--|---|--|
| C | Straßen-Binnenschiff und Kurzstreckenseeverkehr | Straße: 450,2 km Schiff: 1720 km Binnensee: 234,6 km | PT: 9,2 km NL: 154,5 km DE: 521,1 km | Straße: 80 km/h Schiff: 15 kn Binnensee: 10 kn |
| D | Straßen- und Schienenverkehr | Straße: 224,5 km Schiene: 2216,8 km | PT: 437,5 km ES: 529,9 km FR: 1199,3 km DE: 274,6 km | Straße: 80 km/h Schiene: 37 km/h |
| E | Straße-, Kurzstreckensee- und Schienenverkehr | Straße: 148,4 km See: 1720 km Schiene: 548,18 km | PT: 9,2 km NL: 137,7 km DE: 480,3 km | Straße: 80 km/h See: 15 kn Schiene: 37 km/h |

Im Straßenverkehr kommt ein 40-Tonnen schwerer Sattelzug mit einer Motorleistung von 365 kW und einem spezifischen Kraftstoffverbrauch von 227 g/kWh zum Einsatz. Für den Schienenverkehr wird eine Langstrecken-Diesellokomotive mit einem Kraftstoffverbrauch von 219 kg/h und einer voll ausgenutzten Kapazität von 40 FEUs verwendet. Das Schiff für den Binnenverkehr ist mit einem 737 kW Dieselmotor und einer Ladekapazität von 50 FEUs ausgestattet. Im Kurzstreckenseeverkehr kommt ein RoRo-Schiff mit einem Dieselmotor von 12.00 kW und einer Tragfähigkeit von 13.535 t in Verwendung.

In Abbildung 25 werden die Anteile der externen Kosten in den verschiedenen Transportketten dargestellt. Als günstigste Transportkette stellt sich die intermodale Transportkette E heraus, welche den Straßen-, Kurzstreckensee- und Schienenverkehr kombiniert. Gefolgt von der Transportkette C, welche den Straßen-, Binnenschiff und Kurzstreckenseeverkehr kombiniert und vor der Transportkette B, die den Straßen- und Binnenschiffverkehr miteinander verbindet. In der Transportkette D, in welcher der Straßen- und Schienenverkehr zum Einsatz kommt, wird eine hohe Luftverschmutzung festgestellt. Zwischen der iberischen Halbinsel und anderen EU-Ländern stellt der Diesel-Güterzug die derzeitige Lösung dar. Darüber hinaus betragen in Frankreich die infrastrukturellen Grenzkosten für den Güterzug mehr als die des LKWs. Die längsten Strecken in Frankreich wurden in Transportkette A und D zurückgelegt, daher auch die höheren infrastrukturellen Kosten in der Transportkette D. Grundsätzlich sind die emissionsbezogenen externen Kosten für mindestens 50% der gesamten externen

Kosten verantwortlich. Höhere WTT-Kosten wurden in den seebezogenen Transportketten B, C und E erreicht. Die Kosten für Stau machen über 15% der gesamten externen Kosten aus und sind höher, je länger auf der Straße gefahren wird und je überlasteter die Straße ist.

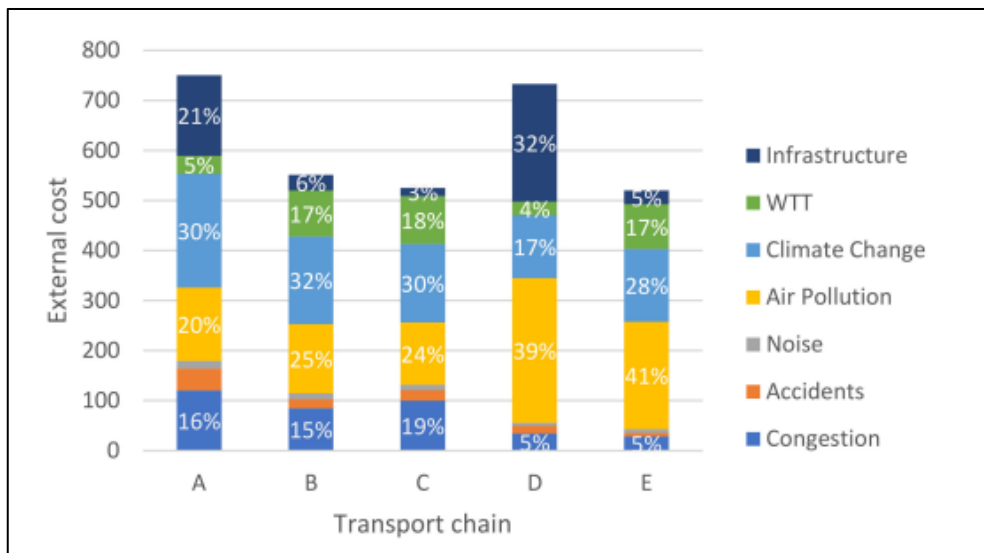


Abbildung 25: Anteile der externen Kosten in den Transportketten¹²⁹

In Abbildung 26 wird dargestellt welchen Anteil an externen Kosten die Verkehrsträger pro Transportkette ausmachen. Inland waterways transport (IWT) steht für Binnenschifffahrt und short sea shipping transport (SSS) für Kurzstreckenseeverkehr. Der Anteil der externen Kosten ist proportional zur zurückgelegten Strecke. Allen Alternativen kann entnommen werden, dass der Straßentransport pro Anteil zurückgelegter Strecke am höchsten ist. In Transportkette B und C ist der Straßentransport für ca. 50% der externen Kosten verantwortlich, obwohl dies nur 29% respektive 19% der zurückgelegten Strecke ausmacht. Im Gegensatz dazu ist der Kurzstreckenseeverkehr in den Transportstrecken B, C und E für über 70% der Strecke verantwortlich, seine externen Kosten betragen aber nur 50% der gesamten externen Kosten. In der Transportkette D werden 91% der Gesamtstrecke mit dem Güterzug gefahren, was 86% der externen Kosten ausmacht.

¹²⁹ Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b)

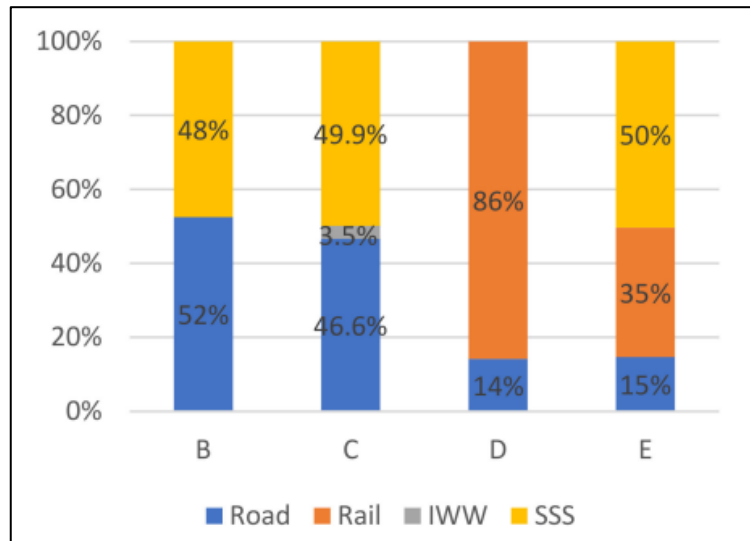


Abbildung 26: Anteil externen Kosten der Verkehrsträger pro Transportkette¹³⁰

In dieser Case Study werden die Einflüsse der verschiedenen Verkehrsmittel auf die Umwelt und Lebensqualität untersucht. Daher wird in Tabelle 10 der Umweltaspekt der Case Study beschrieben.

Tabelle 10: Darstellung des Umweltaspekts der Case Study 4¹³¹

| | |
|---------------------|--|
| Umweltaspekt | Intermodale Transportvarianten verursachen weniger externe Kosten als der unimodale Straßentransport. Zwischen den Verkehrsträgern bewirkt der Straßentransport den größten Anteil an externen Kosten. |
|---------------------|--|

Case Study 5: Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021)

In dieser Studie wurde ein numerisches Modell zur Berechnung der Emissionen verschiedener Verkehrsträger in einem intermodalen Verkehrsnetz entwickelt.

Dieses Modell wurde an den 5 analogen Transportketten wie das Modell in Case Study 4 angewandt. Daher können die Daten der Transportketten und die technischen Merkmale der Tabelle 9 ab Seite 46 entnommen werden. Bezogen auf die geographische Lage bilden der Ärmelkanal und die Nordsee eine Emission control area (ECA), in denen strengeren Regelungen bezüglich der Emissionen gelten. Es

¹³⁰ Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b)

¹³¹ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

werden Emissionen an zwei verschiedenen Szenarien berechnet, deren Verkehrsmittel sich hinsichtlich der Leistungs-, Kraftstoff- und Emissionskontrollmerkmale unterscheiden. Betrachtet wurde der Ausstoß von Kohlenstoffdioxid (CO_2), Stickstoffoxiden (NO_x), Schwefeloxiden (SO_x) und Feinstaub (particulate matter, PM). In Tabelle 11 werden die unterschiedlichen Szenarien dargestellt und anschließend diskutiert.

Tabelle 11: Darstellung der Szenarien der Case Study¹³²

| Verkehrsmittel | Szenario 1: Hohe Emissionen | Szenario 2: Niedrige Emissionen |
|-----------------------|---|---|
| LKW | Diesel – LKW mit EURO 4 Kraftstoff | LKW mit LNG-Antrieb EURO 6 |
| Zug | Diesel – Zug Stage 3 konformer Motor | Diesle – Zug Stage 3 konformer Motor mit DPF+SCR/EGR |
| Binnenschiff | Binnenschiff mit CCNR-2 konformem Dieselmotor mit eingebautem DPF und SCR | Binnenschiff Stage 5 konformem Motor und LNG-Betrieb |
| RoRo Schiff | RoRo Frachtschiff mit VLSFO (0,5% S) mit Tier 2 konformem Motor und WS+EGR nur innerhalb der ECAs | RoRo Frachtschiff unter Verwendung von LNG mit Tier 3 mit ständigem konformem Motor |

Bei den EURO-Emissionsnormen handelt es sich um eine in g/kWh ausgedrückte Limitierungen für NO_x - und PM-Emissionen, die durch Dieselpartikelfilter (diesel particulate filter, DPF) oder andere Emissionsminderungstechnologien sowie selektive katalytische Reduktion (Selective catalytic reduction, SCR) ausgestoßen werden. In diesem Fall entspricht der LKW der EURO 4 Norm in Szenario 1 und der EURO 6 Norm in Szenario 2. In Szenario 2 kommt ein LKW mit einem LNG-Antrieb zum Einsatz. Beim Flüssigerdgas (liquefied natural gas, LNG) handelt es sich um eine gute Alternative zum herkömmlichen Kraftstoff, welcher einen 25% niedrigeren Kohlenstoffgehalt aufweist. Die Stage Standards wurden für Eisenbahnlokomotiven entwickelt und geben die Limitationen für die NO_x - und PM-Emissionen in g/kWh an. In Szenario 1 und Szenario 2 wird ein Stage 3 konformer Motor verwendet, in Szenario 2 zusätzlich mit einem Dieselpartikelfilter, selektiver katalytischer Reduktion und einer Abgasrückführung (Exhaust Gas Recirculation, EGR), welche eine entwickelte Technologie zur

¹³² Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021a)

Emissionsverminderung darstellt, ausgestattet. Emissionsgrenzwerte für Motoren von Binnenschiffen wurden von der Central Commission for the Navigation of the Rhine (CCNR) eingeführt. In Szenario 1 werden die Standards, welche in den CCNR-2 Normen festgelegt sind, erfüllt. Zusätzlich werden ein Dieselpartikelfilter und selektive katalytische Reduktion eingesetzt. In Szenario 2 kommt ein Binnenschiff mit Stage 5 Normen und Flüssigerdgas zum Einsatz. Das Szenario 1 beim RoRo-Transport beinhaltet den VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil), dabei handelt es sich um einen schwefelarmen Kraftstoff. Bei Tier 1, Tier 2 und Tier 3 handelt es sich um Normen, die die Grenzwerte für die NO_x -Emissionen definieren. Zur Reduktion der SO_x -Emissionen werden Gaswäscher (Wet Scrubbing, WS) verwendet. Diese zwei Maßnahmen kommen in der ECA in Verwendung.¹³³ Des Weiteren kommt eine Abgasrückführung zum Einsatz. In Szenario 2 wird ein mit Flüssigerdgas betriebener Motor unter Verwendung der Tier 3 Norm verwendet.

Abbildung 27 stellt die Ergebnisse der Emissionen pro Anhänger für die Transportketten dar. Auf der linken Seite wird Szenario 1 und auf der rechten Seite Szenario 2 abgebildet. In Szenario 1 können die CO_2 -Emissionen um über 55% reduziert werden, wenn intermodal transportiert wird. Zwischen den beiden Szenarien ist nur ein geringer Unterschied der CO_2 -Emissionen zu erkennen, obwohl in Szenario 2 bei allen Verkehrsmitteln außer beim Zug Flüssigerdgas zum Einsatz kam. In Szenario 1 wird in den Transportketten B, C und E ein gewisser Schwefelgehalt durch den Schiffskraftstoff ausgestoßen. Die intermodalen Transportketten B-E weisen einen höheren Stickstoffgehalt als in Szenario 2 auf, was mit den unterschiedlichen Normen begründet werden kann. Die intermodale Transportkette D, bestehend aus dem Straßen- und Schienentransport und auf Dieselpower basierend weist einen hohen Stickstoffausstoß auf. In Szenario 2 gibt es keinen Schwefeloxid-, Stickstoffoxid- und Feinstaubausstoß. Die Stickstoffemissionen betragen um 1/5 weniger als in Szenario 1, außer in der Transportkette D, was mit der niedrigen Norm für den Dieselpower begründet werden kann.

¹³³ Vgl. Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021a)

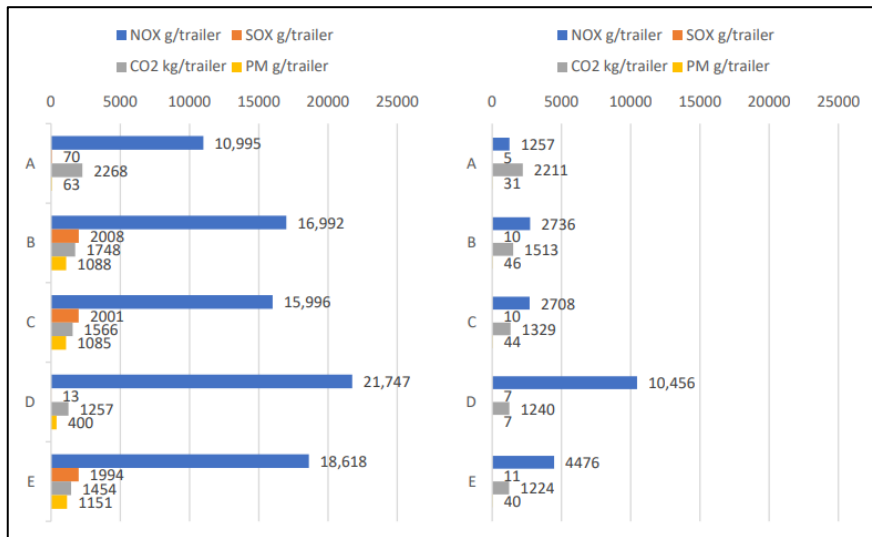


Abbildung 27: Ergebnisse der Emissions-Berechnung der Case Study 5¹³⁴

Diese Case Study untersuchte den Anteil der Emissionen, der in unterschiedlichen Transportketten von den Transportmitteln ausgestoßen wird. Daher wird in Tabelle 12 der Umweltaspekt betrachtet.

Tabelle 12: Darstellung des Umweltaspekt der Case Study 5¹³⁵

| Umweltaspekt | |
|--------------|--|
| | Durch den Einsatz von intermodalen Transportketten anstelle einer unimodalen Transportkette können die CO₂ -Emissionen um über die Hälfte gesenkt werden. Neben den intermodalen Transportentscheidungen haben auch die technischen Merkmale (z.B.: Emissionsminderungstechnologien) der Verkehrsmittel einen Einfluss auf den Ausstoß der Emissionen. |

5.5.2 Barrieren des Multimodalverkehrs

In diesem Kapitel wird näher auf die Barrieren des MVs eingegangen. Einige Barrieren wurden in den in Kapitel 5.5.1 beschriebenen Case Studies bereits erwähnt. Pfoser (2022) definierte 15 Barrieren des MVs, welche mit Hilfe einer Literaturrecherche und

¹³⁴ Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021a)

¹³⁵ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021a)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Interviews von Logistikdienstleistern erforscht wurden. Tabelle 13 stellt die Ergebnisse dieser Studie dar, welche im Anschluss näher diskutiert werden.

Tabelle 13: Barrieren des Multimodalverkehrs¹³⁶

Nachfragebezogene Barrieren:

- Negative Einstellung oder Ablehnung gegenüber dem MV

Eigenschaften der Sendungen:

- Nicht effizient für kurze Strecken
- Nicht effizient für kleine Frachtmengen
- Nicht geeignet für zeitkritische Fracht

Organisatorische Barrieren:

- Erhöhter organisatorischer Aufwand, Geringere Flexibilität
- Administrative Barrieren
- Fehlende Koordination

Infrastrukturelle Barrieren:

- Unzureichende Infrastruktur (Terminals, Anschlussgleise, ...)
- Geringe Netzdichte
- Niedrige Frequenz der Güterzüge und Binnenschiffe
- Interoperabilität zwischen Straße und Schiene

Rechtliche/Politische Barrieren

- Preisgünstiger Wettbewerb durch Straßenverkehr
 - Staatliche Regulierung der Eisenbahn
 - Mangel an internationalen technischen Eisenbahnnormen
 - Komplexer behördlicher Rahmen
-

Nachfragebezogene Barrieren

Die größte Barriere zur Umsetzung des MVs stellt das fehlende Interesse der Beteiligten dar. Die Befragten sahen die negative Einstellung und Ablehnung der Kunden der Logistikdienstleister (Frächter, Ladungseigentümer) gegenüber dem MV als größtes Hindernis an. Da die Kunden diejenigen sind, die die Anforderungen an den Transport stellen, haben die Logistikdienstleister aufgrund des fehlenden Interesses der Kunden

¹³⁶ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Pfoser, S. (2022)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

keine Möglichkeiten den MT zu realisieren.¹³⁷ In Case Study 1 wurde das fehlende Wissen über die ökologischen und ökonomischen Vorteile des MVs als nachfragebezogene Barriere genannt.¹³⁸

Eigenschaften der Sendungen

Als nicht effizient wird der MT von kleinen Frachtmengen auf kurzen Strecken und bei zeitkritischer Fracht gesehen.¹³⁹ Auch in Case Study 1 wurde diese Barriere diskutiert und festgestellt, dass größere Sendungen und weitere Transportstrecken zu einer höheren Reduktion der Kosten führen.¹⁴⁰ Das derzeitige europäische Transportgeschäft besteht hauptsächlich aus kleinen Frachtmengen mit hohem Wert und hoher Zeitsensibilität (Just-in-time Lieferungen oder Same-Day-Deliveries), was demnach gegen einen MT spricht.¹⁴¹ Im Allgemeinen kommt es beim MV zu längeren Transitzeiten als beim Straßentransport. Zudem erschwert das geringe Angebot an Einzelwagen von Bahnbetreibern die Realisierbarkeit des MTs der Sendungen mit niedrigem Volumen.¹⁴²

Organisatorische Barrieren

Die Planung und Umsetzung des MVs führen zu einem höheren organisatorischen Aufwand als die des Straßentransports. Einen zusätzlichen Aufwand stellt die Organisation des Vor-, Nachlaufs und Umschlags dar. Durch den Vor- und Nachlauf sinkt gleichzeitig die Flexibilität des Transports. Der Umschlagprozess verursacht einen erhöhten Zeit- und Kostenaufwand. Dieser stellt gleichzeitig die Hauptursache für die Effizienz des MTs für lange Strecken mit hohen Frachtmengen dar.¹⁴³ Besonders im grenzüberschreitenden MV kommt es aufgrund von Zollverfahren sowie sonstigen Formalitäten zu administrativen Barrieren. Zusätzlich laufen die Prozesse meistens manuell ab und es sind teils langwierige Prüfvorgänge notwendig.¹⁴⁴ Darüber hinaus gibt es im MV keine zentrale Verwaltungsstelle, die die Koordination übernimmt.

¹³⁷ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹³⁸ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹³⁹ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁴⁰ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹⁴¹ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Xing, Y. u.a. (2011), Islam, D. M. Z.; Ricci, S.; Nelldal, B.-L. (2016); Guglielminetti, P. u.a. (2017),

¹⁴² Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Guglielminetti, P. u.a. (2017)

¹⁴³ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Frémont, A.; Franc, P. (2010)

¹⁴⁴ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Pfoser, S.; Jung, E.; Putz, L.-M. (2018), Islam, D. M. Z.; Dinwoodie, J.; Roe, M. (2006)

Hingegen sind an der Organisation viele Akteure mit unterschiedlichen Interessen beteiligt.¹⁴⁵ Dies könnte die Wirksamkeit der Lieferkette bedrohen, wie auch in Case Study 1 festgestellt wurde.¹⁴⁶

Infrastrukturelle Barrieren

Betrachtungen der Infrastruktur in Europa des MVs betreffend zeigen einige Hindernisse auf. Die Umschlagterminals leiden unter Engpässen hinsichtlich der Öffnungszeiten und Kapazitäten, viele Gleisanschlüsse privater Unternehmen wurden in den letzten Jahren stillgelegt und es herrscht ein Mangel an Zug- und Binnenschiffsverbindungen.¹⁴⁷ In der Tat weisen Schienen- und Wasserverbindungen eine geringe Netzdichte auf, da nur eine kleine Anzahl an Zielorten direkt mit diesen erreicht werden kann.¹⁴⁸ Dabei spielt der Zugang zu den Sammelterminals einen entscheidenden Faktor bei der Entscheidung über die Wahl der Verkehrsmittel und hat somit auch einen Einfluss auf den CO_2 -Ausstoß.¹⁴⁹ In Case Study 1 wurden Einschränkungen in der Nutzung der Eisenbahninfrastruktur in Bezug auf Zeit und Geschwindigkeit bei der grenzüberschreitenden Durchfahrt festgestellt. Konkret war die Durchfahrt von Schwerlasttransporten auf Samstag und 50 km/h an der italienischen-österreichischen Grenze zum Terminal beschränkt.¹⁵⁰ Weitere Einschränkungen zeigen die niedrige Frequenz der Züge und Binnenschiffe sowie die Interoperabilität zwischen Straße und Schiene. Hier stellt die Ladeinheit ein zentrales Problem dar. Aufgrund des Gewichts kann der ISO-Container nur beschränkt im Straßenverkehr eingesetzt werden.¹⁵¹ Daher kommen hier Wechselbehälter und Sattelaufleger zum Einsatz, wobei nur ein kleiner Anteil dieser für den Umschlag mit Kränen geeignet ist.¹⁵² Keine der bereits entwickelten vertikalen und horizontalen Ladetechniken führte zu einer breiten Akzeptanz.¹⁵³ Die Flexibilität und Häufigkeit von Abfahrten stellt weitere Faktoren bei der Entscheidung der Wahl über das

¹⁴⁵ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Reis, V. u.a. (2013)

¹⁴⁶ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹⁴⁷ Vgl. Pfoser, S. (2022), Pfoser, S. (2022) zitiert nach Pfoser, S.; Jung, E.; Putz, L.-M. (2018), Flodén, J.; Bärthel, F.; Sorkina, E. (2017)

¹⁴⁸ Vgl. Pfoser, S. (2022), Pfoser, S. (2022) zitiert nach Flodén, J.; Bärthel, F.; Sorkina, E. (2017)

¹⁴⁹ Vgl. Qi, Y. u.a. (2022)

¹⁵⁰ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹⁵¹ Vgl. Pfoser, S. (2022) und Pfoser, S. (2022) zitiert nach Jeschke, S. u.a. (2016)

¹⁵² Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Wagener, N. (2014)

¹⁵³ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Lee, Y. J. u.a. (2009)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Transportmittel dar.¹⁵⁴ In Case Study 3 wurde festgestellt, dass mit einer Erhöhung der Geschwindigkeit der Schiffe in Italien eine Verbesserung der RoRo-Transporte erzielt werden kann.¹⁵⁵

Politische/Rechtliche Barrieren

Die politischen und rechtlichen Barrieren stellen die äußeren und schwer beeinflussbare Rahmenbedingungen des MVs dar. Dazu zählt einerseits der Straßentransport, welcher aufgrund seiner Vorteile ein Niedrigpreiskonkurrent für den MV ist, andererseits die staatliche Regulierung der Eisenbahn. In Europa stellt die Eisenbahn weitgehend ein öffentliches Monopol dar, das keinen Wettbewerb zulässt. Dieser wäre aber notwendig, um die Leistung der Eisenbahn zu verbessern.¹⁵⁶ Da das europäische Eisenbahnnetz aus mehreren nationalen Systemen entstanden ist, gibt es Unterschiede hinsichtlich der Elektrifizierungssysteme, Signalsysteme und Spurweiten zwischen den einzelnen Ländern.¹⁵⁷ Außerdem führt die Komplexität der behördlichen Maßnahmen, die zur Einführung des MVs notwendig sind, zu zeitaufwendigen Planungs- und Genehmigungsverfahren.¹⁵⁸ Ein Befragter des Interviews kritisierte die fehlende Unterstützung und Flexibilität der Rail Cargo Austria (RCA). Dies könnte an der Zugehörigkeit der RCA zu den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) liegen. Zudem wird der Personenverkehr dem Güterverkehr gegenüber bevorzugt.¹⁵⁹ In Case Study 2 wurde festgestellt, dass durch fehlende Subventionen zur Förderung des Intermodalverkehrs Unternehmen beim Transport intermodaler Transportketten nicht bestärkt werden.¹⁶⁰

5.5.3 Politische Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten zur Förderung des Intermodalverkehrs

In diesem Kapitel werden politische Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten zur Förderung des Intermodalverkehrs vorgestellt. Dafür werden politische Maßnahmen

¹⁵⁴ Vgl. Qi, Y. u.a. (2022)

¹⁵⁵ Vgl. Renna, A. u.a. (2021)

¹⁵⁶ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Clausen, U.; Voll, R. (2013), Mortimer, P.; Islam, D. M. Z. (2014), Smith, A. S. J.; Benedetto, V.; Nash, C. (2018)

¹⁵⁷ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Rodrigue, J.-P.; Notteboom, T. (2010), Islam, D. M. Z.; Ricci, S.; Nelldal, B.-L. (2016), Tsamboulas, D.; Vrenken, H.; Lekka, A.-M. (2007)

¹⁵⁸ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach o. V. (2016)

¹⁵⁹ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁶⁰ Vgl. Hu, Q.; Gu, W.; Wang, S. (2022)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

und Umsetzungsmöglichkeiten genannt, wie die in Kapitel 5.5.2 erwähnten Barrieren gemildert oder behoben werden können. In Tabelle 14 werden diese aufgelistet.

Tabelle 14: Darstellung der politischen Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten¹⁶¹

| Politische Maßnahmen | Umsetzungsmöglichkeiten |
|----------------------------------|--|
| Internalisierung externer Kosten | Gebührenerfassung der Transportemissionen |
| Zentraler Informationsaustausch | Single-window Plattform |
| Aktive Öffentlichkeitsarbeit | Kurse, Schulungen, Informationskampagnen |
| Standardisierung der Ressourcen | Elektronische Frachtpapiere, Technologische Normung |
| Erhöhung der Kapazität | Verbesserung der Fahrplangestaltung, 24/7 Öffnungszeiten der Frächter, Lager, ... |
| Investitionen in Infrastruktur | Leistungsstarke alternative Routen, Investitionen in kranbare Sattelaufleger, Globales Reservierungs- und Routingsystem für Containerstellplätze |
| Optimierung der Dienstleistung | Forcierung der Veröffentlichung von Netzleistungsdaten, Verbesserung der Pünktlichkeit, kontinuierliche Rückverfolgung der Sendungen |

Internalisierung externer Kosten

Die Internalisierung der externen Kosten wird als wichtigste politische Maßnahme zur Förderung des MVs angesehen.¹⁶² Die Einbeziehung der externen Kosten in den Transportpreis würde sich positiv auf den intermodalen Straßen-Schienen Verkehr auswirken.¹⁶³ Der Preis hat den größten Einfluss auf die Entscheidung der Transportdienstleistung.¹⁶⁴ Daher muss der MV wirtschaftlich ansprechend sein.

¹⁶¹ Quelle: Eigene Darstellung, Inhalt: Vgl. Pfoser, S. (2022) und Cavallaro, F. u.a. (2020) und Saenger, K. J.; Simon, T.; Heinitz, F. (2021) und MINDUR, L. (2021) und Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹⁶² Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁶³ Vgl. Zgonc, B.; Tekavčič, M.; Jakšič, M. (2019)

¹⁶⁴ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Flodén, J.; Bärthel, F.; Sorkina, E. (2017)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Frächter würden die günstige Transportdienstleistung vorziehen, auch wenn eine andere im Hinblick auf den ökonomischen Aspekt vorteilhafter wäre. Derzeit haben die externen Kosten keinen Einfluss auf die Transportentscheidung.

Das Ziel der Internalisierung besteht darin, die externen Kosten in die Transportentscheidung einfließen zu lassen und gleiche Wettbewerbsbedingungen zwischen den Verkehrsträgern zu schaffen.¹⁶⁵ Dies wäre beispielsweise durch die Gebührenerhebung von Transportemissionen möglich. Im Gegensatz zu Subventionen würde eine Internalisierung der externen Kosten den Wettbewerb nicht verzerren, sondern die durch den Transport verursachten Kosten den Verkehrsträgern richtig zuordnen.¹⁶⁶

In Deutschland wurden bereits Umweltzonen festgelegt, in denen LKWs eine bestimmte Umweltplakette brauchen.¹⁶⁷ In Österreich gilt die A12 Inntalautobahn zwischen Langkampfen und Zirl als Umweltzonen. Hier benötigen LKWs gewisse Euro-Normen, um diese nutzen zu können.¹⁶⁸

Zentraler Informationsaustausch

Einen weiteren Punkt stellt der Wunsch nach einer Informationsplattform zur Bereitstellung von Informationen über den MV dar.¹⁶⁹ Die Idee dabei wäre alle Beteiligten der Transportkette zusammenzuführen, um die administrativen Tätigkeiten zu vereinfachen. Relevante Informationen, wie beispielsweise kundenspezifische Angaben oder geschätzte Ankunftszeiten, könnten in einer zentralen Anlaufstelle gemeinsam genutzt werden.¹⁷⁰ Eine Umsetzungsmöglichkeit stellt die „single-window-platform“ dar. Dabei handelt es sich um einen einzigen Kontaktpunkt für die elektronische Eingabe und den Austausch von Informationen zwischen privaten und öffentlichen Beteiligten der Transportkette.¹⁷¹

Aktive Öffentlichkeitsarbeit

¹⁶⁵ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach van Essen, H. u.a. (2020)

¹⁶⁶ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁶⁷ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020) zitiert nach Umwelt Bundesamt (2022), <https://www.umweltbundesamt.de>

¹⁶⁸ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁶⁹ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁷⁰ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Islam, D. M. Z.; Ricci, S.; Nelldal, B.-L. (2016)

¹⁷¹ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Niculescu, M.-C.; Minea, M. (2016)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

Da die beteiligten Akteure häufig wenig Wissen über die ökonomischen und ökologischen Vorteile des KV's aufweisen, sollte die Regierung in Form von Informationskampagnen darauf aufmerksam machen.¹⁷² Ausbildungen, Schulungen und Informationen über Förderprogramme sollten die Frächter ansprechen, indem geschult wird, wie multimodale Transporte effizient durchgeführt werden können, während Bewusstseinsbildungen an die Verloader gerichtet sind.¹⁷³

Standardisierung der Ressourcen

Auf globaler Ebene sollte eine Standardisierung der Verkehrsinfrastruktur, die auf die Bedürfnisse des intermodalen Verkehrs angepasst ist, angestrebt werden sowie eine Standardisierung der organisatorischen, operativen, technischen und ökonomischen Bereiche an den Terminals sowie der Ladegeräte.¹⁷⁴ Mittels elektronischer Frachtpapiere und technologischer Normung könnten regionale Unterschiede, wie die Spurweite und Zuglänge in Europa, die Interoperabilität zwischen Straße und Schiene sowie aufwändige administrative Prozesse, harmonisiert werden.¹⁷⁵ Bereits 2013 kam es zu einer entscheidenden Reform der transeuropäischen Verkehrsnetze, welche Regionen der EU in den Bereichen Verkehr, Telekommunikation und Energie miteinander verbinden sollen.¹⁷⁶ Die transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-T) schließen das Straßen-, europäische Hochgeschwindigkeitsnetz, Eisenbahnstrecken, Häfen, Flughäfen, Güterterminals und Binnenwasserstraßen, Verkehrsmanagement und die Navigation ein. Durch die Verbesserung der Erreichbarkeit der Gebiete soll die internationale Wettbewerbsfähigkeit in Europa gesteigert werden, sowie eine Harmonisierung im Grenzverkehr erreicht werden.¹⁷⁷

Erhöhung der Kapazität

Die Erhöhung der Kapazität stellt eine brauchbare Maßnahme dar, welche jedoch nur bei einer gewissen Nachfrage umgesetzt wird, die derzeit noch nicht in dem Ausmaß erhalten ist. Diese Erhöhung muss nicht immer mit einer Investition in Verbindung

¹⁷² Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹⁷³ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁷⁴ Vgl. MINDUR, L. (2021)

¹⁷⁵ Vgl. Pfoser, S. (2022) und Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁷⁶ Vgl. Kurzdarstellung zur Europäischen Union, <https://www.europarl.europa.eu> (Stand: 07.11.2022)

¹⁷⁷ Vgl. Isabel Sünner, J. W., <https://www.hwwi.org> (Stand: 10.11.2022)

stehen, sondern kann auch mit einer Steigerung der Effizienz einhergehen. Diese können beispielsweise durch die Verbesserung der Fahrplangestaltung oder der Öffnungszeiten der Terminals erreicht werden.¹⁷⁸ Während Verloader oder Lagergebäude beispielsweise tagsüber geöffnet haben, wird an den Terminals der Güterzug meist am Abend oder in der Nacht eingetaktet. Diese Uneinigkeit könnte mit 24/7 Öffnungszeiten aller beteiligten Akteure der Transportkette behoben werden. Eine Verringerung des Abstands zwischen zwei Slots oder Zügen könnte mit Hilfe der Optimierung des Verkehrsmanagements und optimalem Bremsen erreicht werden. Eine weitere Verbesserungsmaßnahme stellt die Steigerung der Slots für Güterzüge dar.¹⁷⁹

Investitionen in Infrastruktur

Beim Bau der Infrastruktur sollte auf den Einsatz neuer Technologien gesetzt werden.¹⁸⁰ Um einen wettbewerbsfähigen intermodalen Schienentransport zu erreichen, sollte die Anzahl an kranbaren Sattelauflegern erhöht und ein multimodales globales Reservierungs- und Routingsystem für Containerstellplätze eingeführt werden.¹⁸¹ Aufgrund mangelnder Daten können in der Praxis viele Situationen nicht vorhergesagt werden, daher besteht der Wunsch nach leistungsfähigen alternativen Routen.¹⁸²

Optimierung der Dienstleistung

Die größte Schwierigkeit zur Optimierung der Dienstleistung stellt die fehlende Transparenz über die Leistung im Schienengüterverkehr dar. Des Weiteren werden Anbieter der Infrastruktur nicht aufgefordert, wichtige Daten, wie beispielsweise Durchschnittsgeschwindigkeiten oder Pünktlichkeit und Verlässlichkeit des Netztes, zu veröffentlichen.¹⁸³ Die Verpflichtung der Veröffentlichung dieser würde zur Verbesserung der Netzleistung führen.¹⁸⁴ Des Weiteren sollte die Schaffung von schnellen Zugangsrouten für den Durchgangsverkehr von den Hauptstrecken zu den Terminals gewährleistet werden.¹⁸⁵ Eine weitere Herausforderung liegt in der

¹⁷⁸ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁷⁹ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁸⁰ Vgl. MINDUR, L. (2021)

¹⁸¹ Vgl. Saenger, K. J.; Simon, T.; Heinitz, F. (2021)

¹⁸² Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁸³ Vgl. Pfoser, S. (2022)

¹⁸⁴ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach o. V. (2016)

¹⁸⁵ Vgl. Saenger, K. J.; Simon, T.; Heinitz, F. (2021)

Pünktlichkeit der Eisenbahnunternehmen.¹⁸⁶ Zudem würde sich eine kontinuierliche Rückverfolgung der Sendungen positiv auf die Effizienz des Transports auswirken.¹⁸⁷ Da derzeit der Personenverkehr im Schienensektor bevorzugt wird, würden Korridore, in denen der Güterverkehr vorgezogen wird oder die lediglich für den Güterverkehr zur Verfügung stehen, einen positiven Beitrag zur Verbesserung der Leistung beitragen.¹⁸⁸ Optimal wäre die Schaffung eines Gleichgewichts zwischen dem Personen- und Güterverkehr.¹⁸⁹

5.5.4 Betrachtung des Umwelt-, Kostenaspekts und der Transitzeit des Intermodalverkehrs

In diesem Kapitel wird der MV hinsichtlich des Umwelt-, Kostenaspekts und der Transitzeit diskutiert.

5.5.4.1 Umweltaspekt

In Kapitel 2.4 wurde der ökonomische Aspekt der verschiedenen Transportmittel bereits behandelt und die Auswirkungen dieser auf die Umwelt in Form von externen Kosten dargestellt und verglichen. In Case Study 1 konnten durch die Einführung des KVs die externen Kosten um 200.000€ reduziert werden.¹⁹⁰ Ebenso hat Case Study 4 gezeigt, dass die Nutzung einer intermodalen Transportkette, bestehend aus dem Straßen-, See-, und Schienentransport, anstelle des unimodalen Straßentransports zu einer Reduktion der externen Kosten führen kann.¹⁹¹ In Case Study 5 konnten durch den Einsatz einer intermodalen Transportkette anstelle einer unimodalen Transportkette die CO_2 -Emissionen um über die Hälfte gesenkt werden. Neben den intermodalen Transportentscheidungen haben auch die technischen Merkmale (z.B.: Emissionsminderungstechnologien) der Verkehrsmittel einen Einfluss auf den Ausstoß der Emissionen.¹⁹² Die Einsparung der CO_2 -Emissionen eingehend mit der Verlagerung auf den Schiffverkehr ist auch von der Route, dem verwendeten Kraftstoff und dem Modell des Schiffs abhängig. Dies wurde in einer weiteren Studie, die 66 intermodale

¹⁸⁶ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁸⁷ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁸⁸ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Clausen, U.; Voll, R. (2013)

¹⁸⁹ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

¹⁹⁰ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

¹⁹¹ Vgl. Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b)

¹⁹² Vgl. Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021a)

Routen bestehend aus den Straßen- und Schiffverkehr hinsichtlich des CO_2 -Ausstoßes untersucht, festgestellt. Um eine Reduktion des CO_2 -Ausstoßes mit der Verlagerung des Transports aufs Schiff zu erreichen, muss sichergestellt werden, dass die dafür notwendige im Straßenverkehr absolvierte Route mitgerechnet mit den Emissionen des Schiffverkehrs nicht mehr Emissionen als eine unimodale Straßenroute erzeugt.¹⁹³ Außer den Case Studies wurden in den betrachteten Studien weitere Untersuchungen durchgeführt.

Mittels einer Simulation konnte festgestellt werden, dass der Bau eines Trockenhafens in der Stadt Borås in der Nähe des Göteborger Hafens zu einer 25%igen Reduktion der CO_2 -Emissionen führen würde.¹⁹⁴ Eine weitere Studie stellt eine Reduktion der minimalen CO_2 -Emissionen von 47 kg auf maximal 64 kg pro Container bei Verwendung von Trockenhäfen und des KV fest.¹⁹⁵ Des Weiteren konnte mit Hilfe von Simulation ermittelt werden, dass der KV von Großtransporten in Europa im Vergleich zum unimodalem Straßentransport 90% weniger Treibhausgase produziert.¹⁹⁶ Durch die Verlagerung der Straße auf die Schiene entlang des transeuropäischen Güterverkehrskorridors, welcher die Niederlande und Belgien mit der Türkei verbindet, können die externen Kosten einschließlich THG-Emissionen, Lärm, Unfall und Stau um 70% gesenkt werden.¹⁹⁷ Weitere Ergebnisse eines Projekts zeigten, dass mit dem Einsatz von Elektrozügen oder Dieselzügen die Umweltbelastung im Gegensatz zum Straßenverkehr mit einer 50%igen Auslastung um 32% bzw. 3% gesenkt werden können. Für das Projekt wurde der deutsche Strommix der Züge betrachtet, der ca. zu 50% aus fossilen Brennstoffen produziert wird.¹⁹⁸

Die Norm EN 16258 stellt eine Methode zur Berechnung der THG-Emissionen verschiedener Verkehrsträger dar. Um die gesamten THG-Emissionen einer intermodalen Transportkette zu berechnen, sollten die Emissionen, die bei der Verlagerung zwischen zwei Verkehrsmitteln erzeugt werden, genauso berücksichtigt

¹⁹³ Vgl. Pizzol, M. (2019)

¹⁹⁴ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Roso, V. (2007)

¹⁹⁵ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Lättilä, L.; Henttu, V.; Hilmola, O.-P. (2013)

¹⁹⁶ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Heinold, A.; Meisel, F. (2018)

¹⁹⁷ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Janic, M.; Vleugel, J. (2012)

¹⁹⁸ Vgl. Lin, N. (2019) zitiert nach Merchan Arribas, A.; Belboom, S.; Léonard, A. (2018)

werden.¹⁹⁹ Die Norm EN 16258 weist diesbezüglich einige Grauzonen auf.²⁰⁰ Da es sich bei den Terminalbetreibern um kostenorientierte Unternehmen handelt, die ihre Tätigkeiten so effizient wie möglich durchführen, bleiben die Abweichungen der Emissionen in einem akzeptablen Bereich.²⁰¹ Dennoch weisen die Berichterstattungen durchgeführt von der Norm EN 16258 nicht vollständig konkrete Werte auf, können aber trotzdem als Unterscheidungshilfe von Transportmöglichkeiten bezogen auf den ökonomischen Aspekt hergenommen werden.²⁰²

5.5.4.2 *Kostenaspekt*

Wie bereits erwähnt hat der Preis den größten Einfluss auf die Entscheidung der Transportdienstleistung.²⁰³ Die Nachfrage nach dem KV und/oder Schienenverkehr wird als ziemlich preisunelastisch eingestuft.²⁰⁴ Der KV muss daher besonders attraktiv in Bezug auf Qualität, Transportzeit und Zuverlässigkeit sein, dass der Kostenvorteil im Gegensatz zum Straßentransport betrachtet wird.²⁰⁵ Bei Transporten längerer Entfernungen und beim Transport von Erdölprodukten, metallurgischen Produkten und Eisenerz/Schrott wird eine niedrigere Sensibilität der Nachfrage hinsichtlich des Preises und der Transitzeit festgestellt.²⁰⁶ Im Kurzstreckenverkehr wird die Nachfrage des KVs lediglich durch den Preis des Transports bestimmt.²⁰⁷

Eine Studie definierte die Break-even Distanz des Intermodaltransports von 500 km und einen Kostenvorteil von 23%, inklusive Umschlag für Strecken über 1.000 km gegenüber dem unimodalen Straßentransport. Bei 750 km wurde ein Kostenvorteil von 12% festgestellt. Die Kosten für den Umschlag, den Vor- und Nachlauf betragen durchschnittlich 10 bis 30% der Gesamtkosten des Intermodalverkehrs.²⁰⁸ Eine weitere Studie zeigte, dass der intermodale Transport auch über kürzere Strecken

¹⁹⁹ Vgl. Merlak, J.; Groznic, A.; Al-Mansour, F. (2019)

²⁰⁰ Vgl. Merlak, J.; Groznic, A.; Al-Mansour, F. (2019) zitiert nach Kellner, F. (2016)

²⁰¹ Vgl. Merlak, J.; Groznic, A.; Al-Mansour, F. (2019) zitiert nach Martinez, L.; Kauppila, J.; Castaing, M. (2014)

²⁰² Vgl. Merlak, J.; Groznic, A.; Al-Mansour, F. (2019) zitiert nach Kellner, F. (2016)

²⁰³ Vgl. Pfoser, S. (2022) zitiert nach Flodén, J.; Bärthel, F.; Sorkina, E. (2017)

²⁰⁴ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Beuthe, M.; Jourquin, B.; Urbain, N. (2014)

²⁰⁵ Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Flodén, J.; Bärthel, F.; Sorkina, E. (2017)

²⁰⁶ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Beuthe, M.; Jourquin, B.; Urbain, N. (2014)

²⁰⁷ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Reis, V. (2015)

²⁰⁸ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Joris D'Inca, Björn Maul, Ralf-Charley Schultze, Akos Ersek (2020), <http://www.uirr.com>

wettbewerbsfähig sein kann, wenn die Kosten für den Vor- und Nachlauf nicht zu hoch sind. Hier wurden die Kosten des Vor- und Nachlaufs als größtes Hindernis in der Umsetzung des intermodalen Straßen-Schienenverkehrs definiert.²⁰⁹

In Case Study 1 konnte durch die Verlagerung des Straßen- auf den Schienenverkehr eine Einsparung der Transportkosten von 23% erreicht werden. Hier handelte es sich um Strecken mit Entfernungen von 1100 km und 890 km.²¹⁰

5.5.4.3 Transitzeit

Genauso wie der Kostenaspekt spielt auch die Transportdauer einen wesentlichen Aspekt bei der Transportentscheidung.²¹¹

In Europa beträgt die durchschnittliche Geschwindigkeit des intermodalen Straßen-Schienen Transports 18 bis 30 km/h, die des Straßentransports hingegen 70 km/h.²¹² Die durchschnittliche Verspätung eines Güterzugs in Europa beträgt 8 Stunden. Die Unpünktlichkeit des LKWs stellt einen vernachlässigbaren Wert dar, da gesättigte Autobahnen nur 5% des gesamten Transportnetzes ausmachen.²¹³ Bei einer Untersuchung von Kurzstreckenkorridoren wurden die Verkürzung der Transitzeit und die Erhöhung der Zugfrequenz als beste Maßnahmen zur Förderung einer Verkehrsverlagerung festgestellt.²¹⁴

Eine Herausforderung des KV's stellen Just-in-Time Lieferungen dar, da der Transport qualitativ hochwertiger, zeitkritischer und transportsensibler Sendungen nur zu einem gewissen Maß mit dem Schienenverkehr möglich ist. Ein zentral gesteuerter KV bestehend aus einer Genossenschaft aus Politik, Bahn-, Verkehrsunternehmen und weiteren Beteiligten könnte den Transport solcher Sendungen sicherstellen. Die Genossenschaft könnte diesen Transport als Verbindungsstelle zwischen dem Schienen- und Straßentransport ideal organisieren.²¹⁵

²⁰⁹ Vgl. Zgonc, B.; Tekavčič, M.; Jakšič, M. (2019)

²¹⁰ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

²¹¹ Vgl. Qi, Y. u.a. (2022) zitiert nach Li, Q. u.a. (2020)

²¹² Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Boehm, M.; Arnz, M.; Winter, J. (2021)

²¹³ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Claus Doll; Jonathan Köhler (2018), <https://www.isi.fraunhofer.de> (Stand: 19.10.2022)

²¹⁴ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Kurtuluş, E.; Çetin, İ. B. (2020)

²¹⁵ Vgl. Cavallaro, F. u.a. (2020)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Erarbeiten von Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs anhand aktueller Studien

In Case Study 1 konnte in Bezug auf die Transitzeit keine Verbesserungen, auf einer Strecke, sogar eine Verschlechterung bei der Verlagerung vom LKW auf den Güterzug festgestellt werden.²¹⁶

²¹⁶ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022)

6 Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Interviews, welche im Zuge dieser Masterarbeit durchgeführt wurden, präsentiert. Im ersten Schritt wird der Ablauf und die Durchführung der Interviews beschrieben. Danach wird gezeigt, wie die Methode, für die Auswertung der Interviews konkret an den durchgeführten Interviews angewandt wurde, und anschließend werden die Ergebnisse dieser vorgestellt. Die Durchführung und Auswertung der Interviews wurde basierend nach den wissenschaftlichen Standards von Udo Kuckartz durchgeführt.²¹⁷

6.1 Ablauf der Durchführung und Auswertung der Interviews

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden insgesamt dreizehn Interviews durchgeführt, welche im Anschluss transkribiert und mittels einer inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet wurden. Abbildung 28 stellt den Ablauf der Erarbeitung der Interviews dar, auf welchen im Anschluss näher eingegangen wird.



Abbildung 28: Ablauf der Erarbeitung der Interviews²¹⁸

Auswahl der Interviewpartner und Kontaktaufnahme

²¹⁷ Vgl. Kuckartz, U. (2018)

²¹⁸ Vgl. o. V. (2019), <https://shribe.de> (Stand: 11.02.2023), Kuckartz, U. (2018), S. 29 ff.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Personen, die als Interviewpartner in Frage kamen, wurden telefonisch oder per E-Mail kontaktiert und es wurde eine Anfrage zu einem qualitativen Experteninterview gestellt. Kontakt wurde mit Speditionen, Terminalbetreibern, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Zementproduktionen und sonstigen Zuständigen des Intermodalverkehrs aufgenommen. Die Auswahl wurde auf Unternehmen, die einen Firmensitz in Österreich, der Schweiz oder Deutschland haben, beschränkt. Tabelle 15 stellt die Berufsfelder der 13 Interviewpartner dar.

Tabelle 15: Darstellung der Interviewpartner²¹⁹

| Interviewpartner | Tätigkeitsfeld |
|-------------------------|---|
| 1 | Österreichische Spedition |
| 2 | Wasserstraßenverkehrsbetreiber |
| 3 | Terminal in Österreich |
| 4 | Österreichische Spedition |
| 5 | Österreichische Spedition |
| 6 | Zementproduktion in Österreich |
| 7 | Terminal in Österreich |
| 8 | Rail Cargo Austria |
| 9 | Terminal in Österreich |
| 10 | Verein zur Förderung des kombinierten Verkehrs in Deutschland |
| 11 | Zementproduktion in Österreich |
| 12 | Terminal in Österreich |
| 13 | ÖBB-Infrastruktur |

Erstellen des Interviewfragebogens

²¹⁹ Quelle: Eigene Darstellung

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Im ersten Schritt wurde ein Interviewfragebogen erstellt. Das Ziel bestand einerseits darin, weitere Sichtweise zu den in der systematischen Literaturrecherche ermittelten Ergebnissen zu erlangen, andererseits neue Ergebnisse dazuzugewinnen.

Durchführung der Interviews

Das Interview bestand aus verschiedenen offenen Fragen, bei denen nach der persönlichen Meinung, Erfahrung und Expertise gefragt wurde. Für spätere Auswertungen wurden alle Interviews aufgenommen. Alle Textpassagen, die Rückschlüsse auf die Person oder das Unternehmen erlauben, wurden in dieser Arbeit anonymisiert.

Transkription der Interviews

Nachdem das Interview durchgeführt wurde, wurde es transkribiert. Hierfür wurde die Aufnahme abgespielt und der Inhalt verschriftlicht.

Inhaltliche strukturierende qualitative Inhaltsanalyse

Zur Auswertung der Interviews wurde eine inhaltliche strukturierende Inhaltsanalyse durchgeführt. Bei dieser Analyse werden Kategorien gebildet, welchen die passenden Inhalte des Interviews zugeordnet werden. Solch eine Zuordnung wird als Codieren bezeichnet, wobei eine fallzentrierte Minderung der Informationsfülle erfolgt. Wenn die Entstehung der Kategorien basierend auf einer inhaltlichen Systematisierung, hier dem Interviewfragebogen, stattgefunden hat, spricht man von einer deduktiven Kategorienbildung, auch als A-priori-Kategorienbildung bezeichnet. Die Gesamtheit aller Kategorien wird Codesystem oder Kategoriensystem genannt und kann als Hierarchie, mit Haupt- bzw. Oberkategorien und ihnen untergeordneten Sub- bzw. Unterkategorien, dargestellt werden. Im ersten Schritt der qualitativen Inhaltsanalyse werden die Kategorien unmittelbar aus dem Interviewleitfaden abgeleitet. Die Bildung der Subkategorien erfolgt direkt am Material. Abbildung 29 stellt den Ablauf der inhaltlichen strukturierenden Analyse dar, auf welchen im Anschluss näher eingegangen wird.²²⁰

²²⁰ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S.38 ff.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

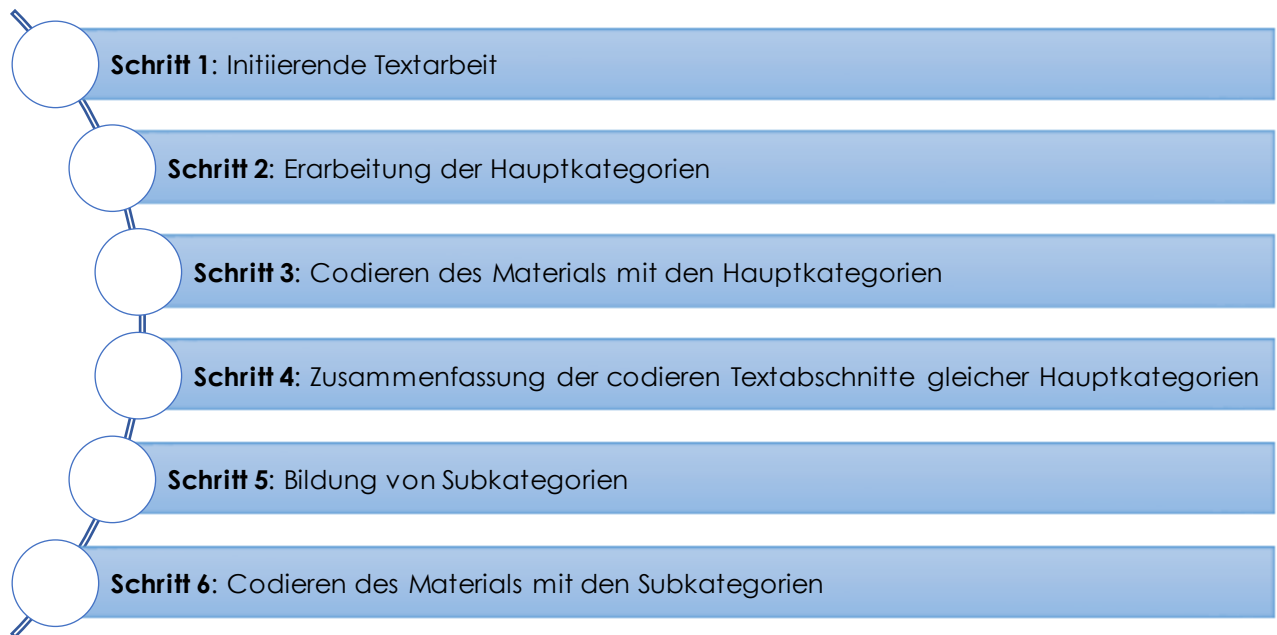


Abbildung 29: Ablauf der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse²²¹

Schritt 1: Initiierende Textarbeit

Der erste Schritt der Analyse wird als initiierende Textarbeit bezeichnet und beinhaltet das ausführliche Lesen und Verstehen des Inhalts, in diesem Fall des transkribierten Textes. Textarbeit steht für die umfassende Befassung mit dem Inhalt. Das Ziel dieser besteht darin, ein Gesamtverständnis auf Basis der Forschungsfrage zu entwickeln.²²² Besonderheiten in den Texten werden im Zusammenhang mit Memos erfasst. Memos stellen Ideen, Gedanken, Hypothesen und Vermutungen dar, die während der Behandlung des Textes aufkommen. Diese können in Form von kurzen Notizen oder reflektierten inhaltlichen Vermerken dargestellt werden.²²³

Schritt 2: Erarbeitung der Hauptkategorien

Im zweiten Schritt erfolgt die Bildung der Hauptkategorien aus den Forschungsfragen, Memos und dem Vorwissen des Autors.²²⁴

Schritt 3: Codieren des Materials mit den Hauptkategorien

²²¹ Vgl. Kuckartz, U. (2018)

²²² Vgl. Kuckartz, U. (2018), S.56

²²³ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S.57 f.

²²⁴ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S.101

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

In Schritt 3 werden die Textabschnitte den Hauptkategorien zugeordnet, indem der Text von Anfang bis Ende sequenziell durchgegangen wird. Als nicht sinntragend bewertete Textabschnitte werden nicht codiert. In Zweifelsfällen erfolgt die Zuordnung in die Kategorien aufgrund der Gesamteinschätzung des Textes. Die Codierung eines Textabschnitts in mehrere Kategorien kann genauso erfolgen und ein Abschnitt sollte so codiert werden, dass er auch außerhalb des Kontexts verständlich ist.²²⁵ Die Codierung erfolgte mit einer QDA-Software (MAXQDA).

Schritt 4: Zusammenfassung der codierten Textabschnitte gleicher Hauptkategorie

In diesem Schritt werden die codierten Textabschnitte jeder Hauptkategorie zusammengefügt und die für die Arbeit relevanten Inhalte daraus abgeleitet.²²⁶

Schritt 5: Bildung von Subkategorien

Im fünften Schritt erfolgt die Auswahl der Hauptkategorien, für die neue Subkategorien gebildet werden sollen. Anschließend findet die Bildung dieser am Material statt.²²⁷

Schritt 6: Codieren des Materials mit den Subkategorien

Schritt 6 besteht aus einem erneuten Codier-Prozess, bei dem die bisher mit den Hauptkategorien codierten Textstellen den Subkategorien zugeteilt werden. Dafür muss das bereits codierte Material durchlaufen werden.²²⁸

6.2 Anwendung der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse

In diesem Kapitel wird die durchgeführte inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse dargestellt. Zu Beginn werden die Kategorien näher beschrieben. Alle Hauptkategorien werden als Unterkapitel von Kapitel 6.2 definiert. Jedes Unterkapitel besteht aus zwei Abschnitten. Im ersten Abschnitt werden die Ergebnisse der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse präsentiert, die aufgrund der Kategorienbildung aus den Interviews abgeleitet wurden. Bei der Bildung von Subkategorien für die Hauptkategorien wird darauf eingegangen, welchen Subkategorien die meisten Argumente zugeteilt wurden, und es werden die Inhalte

²²⁵ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S. 102 ff.

²²⁶ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S. 106

²²⁷ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S. 106

²²⁸ Vgl. Kuckartz, U. (2018), S. 110

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

präsentiert. Zusätzlich werden auch Einzelaussagen der Interviewpartner vorgestellt. Im zweiten Abschnitt des Kapitels, welcher mit der Überschrift *Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse* vom ersten Abschnitt getrennt wird, werden die Ergebnisse der Interviews, welche im ersten Teil dargestellt wurden, zusammengefasst. In einigen Fällen werden die Ergebnisse der Interviews mit den Ergebnissen der systematischen Literaturrecherche verglichen. Es findet eine Übereinstimmung mit der Literatur statt, wenn über die Hälfte der Argumente, welche der Hauptkategorie zugeordnet wurden, mit der Aussage der systematischen Literaturrecherche übereinstimmen.

Für diese Arbeit wurden insgesamt acht Hauptkategorien bestimmt. Einige dieser Hauptkategorien wurden in weitere Subkategorien unterteilt. Tabelle 16 stellt die Hauptkategorien mit den zugehörigen Subkategorien dar.

Tabelle 16: Darstellung der Haupt- und Subkategorien der inhaltlichen strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse²²⁹

| Nr. | Thematische Hauptkategorie | Subkategorie |
|-----|--|---|
| 1 | Entwicklung des Intermodalverkehrs | - Zukünftige Sichtweise - Gründe für die Entwicklung |
| 2 | Motivation für intermodale Transportlösungen | - Kostenaspekt - Umweltaspekt - Systemeigenschaften der Verkehrsmittel - Sonstige Faktoren |
| 3 | Gründe für die negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr | |
| 4 | Ideale durchschnittliche Transportstrecke für den Intermodalverkehr | |
| 5 | Ideale Industrien für den Intermodalverkehr | |
| 6 | Politische/rechtliche Maßnahmen zur Förderung des Intermodalverkehrs | - Internalisierung externer Kosten - Standardisierung der Ressourcen |

²²⁹ Quelle: Eigene Darstellung

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

| | | | | | |
|----------|---|--|------------------|--|----------------------------------|
| | | | | | - Investitionen in Infrastruktur |
| | | | | | - Finanzielle Förderungen |
| | | | | | - Entstaatlichung der Schiene |
| | | | | | - Gesetzliche Vorgaben für Güter |
| 7 | Maßnahmen zur Verbesserung der Dienstleistung | | Verbesserung der | | - Verbesserung der Kommunikation |
| | | | | | - Pünktlichkeit |
| 8 | Herausforderungen bei der Durchführung des Intermodalverkehrs | | | | - Internationale Barrieren |
| | | | | | - Energiekosten |
| | | | | | - Personalmangel |

Entwicklung des Intermodalverkehrs

Bei der Fragestellung nach der Entwicklung des Intermodalverkehrs bestand das Ziel darin, die persönliche Wahrnehmung der Entwicklung des Intermodalverkehrs der Interviewpartner zu ermitteln. Wenn die Entwicklung kritisch betrachtet oder eine positive Zunahme wahrgenommen wird. Es wird bei dieser Fragestellung nicht weiter nach konkreten Zahlen und Fakten nachgefragt, es geht lediglich um die persönliche Meinung und/oder Erfahrung des Interviewpartners.

Für diese Hauptkategorie wurden zwei weitere Subkategorien festgelegt:

- Zukünftige Sichtweise
- Gründe für die Entwicklung

Bei der Subkategorie *zukünftige Sichtweise* wurde darauf geachtet, wie die Interviewpartner den Transport von Gütern in Zukunft generell sehen.

In die Kategorie *Gründe für die Entwicklung* fallen alle Aussagen, mit welchen die Interviewpartner ihre Meinung zur Entwicklung des Intermodalverkehrs begründen. Sowohl kritische als auch positive Argumente zur Entwicklung werden dieser Kategorie zugeordnet.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Für die gesamte Arbeit gilt: Wenn von einem Interviewpartner Argumente genannt werden, die mehreren Subkategorien einer Hauptkategorie zugeordnet werden können, werden sie jeweils allen passenden Subkategorien zugeteilt.

Motivation für intermodale Transportlösungen

Die Fragestellung nach der Motivation bzw. dem ausschlaggebenden Punkt, warum sich Unternehmen für intermodale Transportlösungen entscheiden, sollte herausfinden, welche Faktoren Unternehmen bei der Wahl zwischen den Transportmitteln beeinflussen. Diese Hauptkategorie konnte in folgende weitere Subkategorien unterteilt werden:

- Kostenaspekt
- Umweltaspekt
- Systemeigenschaften der Verkehrsmittel
- Sonstige Faktoren

Wenn der Preis den ausschlaggebenden Punkt für die Transportentscheidung darstellt, wird der Inhalt der Kategorie *Kostenaspekt* zugeordnet, bildet die Nachhaltigkeitsthematik den Grund für eine solche Entscheidung, so wird die Textstelle in die Kategorie *Umweltaspekt* eingereiht. Argumenten, welche die unterschiedlichen Eigenschaften der Verkehrsmittel in den Vordergrund stellen, fallen in die Kategorie *Systemeigenschaften der Verkehrsmittel* und alle die den genannten Kategorien nicht zugeordnet werden können, kommen in die Kategorie *sonstige Faktoren*.

Gründe für die negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr

In Kapitel 5.3.2 wurde bereits auf die Barrieren des Multimodalverkehrs, welche in Folge der systematischen Literaturrecherche ermittelt wurden, eingegangen. Als größte Barriere zur Umsetzung des Multimodalverkehrs wurde das fehlende Interesse der Beteiligten, die negative Einstellung der Kunden und Logistikdienstleister, gegenüber dem Multimodalverkehr festgelegt.²³⁰ Um konkreteres zu diesem Aspekt zu erforschen, wurde die Frage nach den Gründen für die negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr in den Interviews eingebaut.

Ideale durchschnittliche Transportstrecke für den Intermodalverkehr

²³⁰ Vgl. Pfoser, S. (2022)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

In der Literatur wurden gewisse Transportstrecken genannt, ab welchen der Intermodalverkehr wirtschaftlich vorteilhafter als der unimodale Straßentransport ist. Hierbei handelt es sich um Strecken länger als 500 km.²³¹ Das Ziel dieser Fragestellung in den Interviews bestand darin herauszufinden, welche durchschnittliche Transportstrecke von den Interviewpartnern genannt wird.

Ideale Industrien für den Intermodalverkehr

Genauso wurden im Zuge der systematischen Literaturrecherche gewisse Eigenschaften der Güter genannt, für die der Intermodalverkehr nicht passend ist. Dabei wurde herausgefunden, dass er nicht geeignet für kleine Frachtmengen und zeitkritische Fracht ist.²³² Das Ziel in den Interviews bestand darin herauszufinden, in welchen Industrien die Interviewpartner den Intermodalverkehr als passenden Transportlösung sehen.

Politische/rechtliche Maßnahmen zur Förderung des Intermodalverkehrs

Die Interviewpartner wurden nach politischen/rechtlichen Maßnahmen befragt, die ihrer Meinung nach zu einer höheren Förderung des Intermodalverkehrs beitragen würden. In Kapitel 5.3.3 wurden die politischen Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten, welche in Form der systematischen Literaturrecherche erforscht wurden, bereits diskutiert und tabellarisch dargestellt. Die Bildung der Subkategorien orientierte sich an den in Tabelle 16 aufgelisteten Maßnahmen. Da keine Argumente genannt wurden, die den Kategorien *Aktive Öffentlichkeitsarbeit*, *Zentraler Informationsaustausch* und *Erhöhung der Kapazität* zugeordnet wurden, wurde diese Subkategorie nicht gebildet. Die politische Maßnahme *Optimierung der Dienstleistung* wurde als eigenständige Frage in den Interviewleitfaden aufgenommen und wird im nächsten Absatz behandelt. Im Gegensatz zur systematischen Literaturrecherche wurde der Wunsch nach finanziellen Förderungen und der Privatisierung des Schienengüterverkehrs als Maßnahmen genannt, daher wurden die Subkategorie *Finanzielle Förderungen* und *Entstaatlichung der Schiene* gebildet. Des Weiteren wurde die Maßnahme gefordert, bahnaffine Güter gesetzlich dazu zu verpflichten, den Transport mit dem Güterzug abzuwickeln oder intermodale

²³¹ Vgl. Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022) zitiert nach Joris D'Inca, Björn Maul, Ralf-Charley Schultze, Akos Ersek (2020), <http://www.uirr.com>

²³² Vgl. Pfoser, S. (2022)

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Transportlösungen bei Ausschreibungen von Transporten verpflichtend zu machen, woraus die Subkategorie *Gesetzliche Vorgaben* gebildet wurde. Daraus ergeben sich folgende Subkategorien:

- Internalisierung externer Kosten
- Standardisierung der Ressourcen
- Investitionen in Infrastruktur
- Finanzielle Förderungen
- Entstaatlichung der Schiene
- Gesetzliche Vorgaben zur Förderung des Intermodalverkehrs

Maßnahmen zur Verbesserung der Dienstleistung

Die Interviewpartner wurden aufgefordert, Maßnahmen zu nennen, die zu einer Verbesserung der Dienstleistung des Intermodalverkehrs beitragen würden. Das Ziel dieser Fragestellung besteht darin, Maßnahmen herauszufinden, die letzten Endes den Intermodalverkehr für den Endkunden verbessern würden. Diese Hauptkategorie wurde in folgende zwei Subkategorien gegliedert:

- Verbesserung der Kommunikation
- Pünktlichkeit

Der Kategorie *Verbesserung der Kommunikation* wurden die Argumente zugeordnet, in denen die Interviewpartner sich einen besseren Informationsaustausch zwischen ihnen und dem jeweiligen Partner, Dritten untereinander oder zu den Endverbrauchern wünschten. Erfahrungen über Unpünktlichkeit im Schienen- oder Binnenschiffverkehr und der Wunsch nach Verbesserung fallen in die Kategorie *Pünktlichkeit*.

Herausforderungen bei der Durchführung des Intermodalverkehrs

Da die Barrieren des Intermodalverkehrs in Kapitel 5.3.2 schon ausführlich beschrieben wurden, bestand das Ziel der Interviews darin, weitere negative Einflussfaktoren auf den Intermodalverkehr zu erforschen. Es wurde festgestellt, dass die internationalen Barrieren, die Steigerung der Energiekosten und der Personalmangel im Transport zu einer Herausforderung führen. Daher wird auf diese näher eingegangen und es werden folgende Subkategorien gebildet:

- Internationale Barrieren

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

- Energiekosten
- Personalmangel

Alle Argumente, die zu einer Verschlechterung der Dienstleistung aufgrund nationaler Unterschiede führen, werden der Kategorie *Internationale Barrieren* zugeordnet. Wenn die Energiekrise thematisiert wird, fallen die Argumente in die Kategorie *Energiekosten*, Probleme über zu wenig Personal in die Kategorie *Personalmangel*.

6.3 Darstellung der Ergebnisse der Interviewauswertung

Es folgen die Ergebnisse der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse.

6.3.1 Entwicklung des Intermodalverkehrs

In den letzten Jahren wurde eine Steigung des Interesses und der Abwicklung des Intermodalverkehrs festgestellt. Als wichtigster Grund für diese Entwicklung wurde die Nachhaltigkeitsthematik, gefolgt vom Argument, dass es im Allgemeinen einen Anstieg im Güterverkehr und somit auch im Intermodalverkehr gibt, genannt. Ein Interviewpartner nannte den LKW-Fahrermangel als Ursache für die Zunahme des Intermodalverkehrs. Als Beispiel wurde die Strecke zwischen Spanien und Skandinavien genannt, auf welcher der LKW-Fahrer mindestens zwei Wochen unterwegs ist. Würde diese Strecke intermodal abgewickelt werden, könnte der LKW-Fahrer, der dann nur für den Vor- und Nachlauf zuständig wäre in der gleichen Zeit mehrere Transportaufträge abwickeln. Der Punkt Nachhaltigkeitsthematik könnte auch als politischer Aspekt bezeichnet werden, da neben dem eigenen Interesse der Unternehmen, klimafreundlicher werden zu wollen, auch von der Politik forcierte Hard Facts wie beispielsweise die CO_2 -Bepreisungen eine Rolle spielen. Dies motiviert Unternehmen CO_2 -Emissionen auf allen Ebenen reduzieren zu wollen, auch im Transport.

Gründe gegen eine positive Entwicklung des Intermodalverkehrs stellen die Einstellung des Nachsprungverkehrs, das schlechte Angebot der Dienstleistung und der billige Direktverkehr mit dem LKW dar. Dieser bildete in den letzten Jahren eine sehr günstige und flexible Transportvariante ab und zählte somit zur beliebtesten Transportalternative. Der Nachsprungverkehr wurde vor 5 bis 6 Jahren abgeschafft. Im Nachsprungverkehr war es Kunden möglich, ihre Container, Wechselaufbauten oder Sattelaufleger abends an einen Terminal in Österreich zu bringen und es war

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

ihnen garantiert, dass diese am nächsten Tag in der Früh am Empfangsterminal ankamen. Durch die Abschaffung des Nachtsprungverkehrs wurden die Güter auf den Straßentransport verlagert. Seither gibt es in Österreich nur mehr wenige Ganzzugssysteme mit sogenannten A-B Verbindungen (am Tag A wird geladen, am Tag B erfolgt die Zustellung). Kunden müssen A-C Verbindungen in Kauf nehmen, was bedeutet, dass die Güter erst am übernächsten Tag und zusätzlich zu einem erhöhten Preis ankommen. Ein weiterer Interviewpartner übte Kritik an der Dienstleistung der Beteiligten des Schienengüterverkehrs aus. Kunden können den Intermodalverkehr nicht interessant finden, weil sich der Markt in den letzten 5 bis 6 Jahren nicht weiterentwickelt hat und das Potential nicht weiter angehoben wird. Im Gegensatz zu anderen Branchen, wie beispielsweise elektronischen Geräten, werden beim Intermodalverkehr keine neuen Produkte angeboten. Gleichzeitig führen neue Innovationen zu einer Steigerung der Kosten und je höher der Preis wird, desto weniger attraktiv ist das Angebot wiederum. Hier würde die Devise „keep it simple“ lauten, einfache Technik, transparente und qualitative Abläufe und günstige Produktionsmethoden mit dem Ziel die Produktivität des Intermodalverkehrs zu steigern. Des Weiteren herrscht eine niedrige Risikobereitschaft seitens der Anbieter und somit empfinden die Eisenbahnunternehmen keine Notwendigkeit darin, die Attraktivität des Intermodalverkehrs zu erhöhen. Ein Interviewpartner, welcher eine kritische Sichtweise zum Intermodalverkehr äußerte, fügte hinzu, dass es in Österreich regionale Unterschiede in der Entwicklung gibt. Im Westen Österreichs wurde eine positivere Entwicklung als im Süden wahrgenommen. Zusätzlich wurde von einem Interviewpartner dem Binnenschiffverkehr eine untergeordnete Rolle im Güterverkehr zugeordnet. Seine Aufgabe liegt hauptsächlich im Transport von Leercontainern. Durch die globalen Unterschiede zwischen Import- und Exportmärkten wird das leere Equipment kostengünstig transportiert. In diesem Bereich konnte in den letzten Jahren ein Zuwachs, aber im sehr niedrigen Niveau, beobachtet werden. Für Kunden, die beispielsweise nur einen Container transportieren wollen, stellt das Binnenschiff keine ökonomische Transportlösung dar, da dieses erst ab großen Mengen wirtschaftlich vorteilhafter wird. *(In Kapitel 6.3.3 wird auf die passenden Industrien des Intermodalverkehrs eingegangen.)*

Es wird aber Entwicklungspotential im Transport von kleinen Mengen am Binnenschiff gesehen. Wenn es in Zukunft genug Unternehmen gibt, die sich für den

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Binnenschifftransport von einzelnen Containern interessieren und ein Binnenschiff damit ausgelastet werden kann, wird das Binnenschiff auch für kleine Mengen als Transportalternative zur Verfügung stehen. Ein weiterer Interviewpartner sieht in Innovationen wie beispielsweise „Mobiler“ oder speziell für eine Gütersorte angefertigte Container für die Schiene, bei denen genormte Umschlags- und Manipulationsmöglichkeiten erfolgen, die Zukunft der Eisenbahn. Zwei der Interviewpartner gingen bei der Frage nach der Entwicklung auf die Rolle des LKWs ein. Dieser wird auch in Zukunft seinen Platz beim Transport von dringlicher Fracht behalten. In Unternehmen, in denen der Warenfluss stark getaktet ist und es beispielsweise zu einem Stillstand der Produktion kommen würde, wenn die Ware nicht rechtzeitig ankommt, wird der LKW die Transportvariante darstellen, für die sich Unternehmen entscheiden werden. Genauso werden Kurzstrecken auch zukünftig auf der Straße abgewickelt werden, da der Schienengüterverkehr erst ab einer gewissen Strecke sinnvoll ist. *(In Kapitel 6.3.2 wird über die Länge der intermodalen Strecke diskutiert.)* Es sollte auch hinzugefügt werden, dass intermodale Transportlösungen aufgrund von geographischen Gegebenheiten manchmal undenkbar sind. Wenn keine Gewässer mit Transportmöglichkeiten in der Nähe des Unternehmens sind, kann die Möglichkeit des Schiffverkehrs gar nicht erst als Alternative herangezogen werden. Eine weitere Schwierigkeit stellt die Wasserführung dar. In Zeiten von wenig Niederschlag befindet sich zu wenig Wasser in der Wasserstraße und die Binnenschiffe können nicht optimal genutzt werden.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

In den letzten Jahren ist das Interesse des Intermodalverkehrs gestiegen. Politischen Maßnahmen, die die Nachhaltigkeit fördern, stellen einen bedeutsamen Grund für diese Entwicklung dar. Als weitere Einflussfaktoren auf die positive Entwicklung werden der generelle Anstieg des Güterverkehrs und der LKW-Fahrermangel genannt. Gleichzeitig wurde der LKW auch als negativer Einflussfaktor auf die Entwicklung des Intermodalverkehrs bezeichnet, da er aufgrund seines niedrigen Preises und seiner Flexibilität zu einer beliebten Transportvariante zählt.

Von Natur aus ist es nicht möglich, überall Gewässer für den Transport zu nutzen und die Infrastruktur des Schienennetzes ist nicht für den gesamten Güterverkehr

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

ausgebaut. Daher wird der LKW-Direktverkehr immer eine bestehende Transportvariante darstellen.

Grundsätzlich werden intermodale Transportlösungen als attraktiv empfunden und als Transportvariante gewählt, besonders wenn sie durch politische Maßnahmen unterstützt werden.

6.3.2 Ideale durchschnittliche Transportstrecke für den Intermodalverkehr

Die Mehrheit der Interviewpartner gab Transportstrecken unter 500 km an, ab welcher der Intermodalverkehr als wirtschaftlich vorteilhafter gegenüber dem unimodalen Transport eingestuft wird, am häufigsten wurden 300 km genannt. Zwei der Interviewpartner nannten 500 km und einer der Interviewpartner gab keine konkrete Zahl an, sondern wies darauf hin, dass es vom Konzept abhängt und nicht nur im internationalen Verkehr stattfinden muss. Beim Interviewpartner, welcher im Binnenschiffbereich tätig ist, wurde eine durchschnittliche Strecke von 700 bis 1.000 km genannt. Das Binnenschiff ist aber auch im Kurzstreckenverkehr tätig und auch hier hängt es von der Kostenstruktur ab. Es wurde eine Strecke von 7 km genannt, welche mit dem Güterzug gefahren wird. Dieser fährt vom Anschlussgleis zum Terminal und es stellt für das Unternehmen eine rentable Transportlösung dar, wobei es sich um eine Strecke handelt, die sehr oft und regelmäßig gefahren wird. Ein anderes Unternehmen in Deutschland fährt eine Strecke von 50 km mit dem Zug, weil es beim Straßenverkehr zu Stau und Unzuverlässigkeit kommt, somit stellt diese Alternative die bessere Lösung für das Unternehmen dar.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Im Gegensatz zur Literatur wurden bei den Interviews im Allgemeinen etwas kürzere Strecken als wirtschaftlich vorteilhafter für den Intermodalverkehr genannt. Da es sich hierbei aber um Durchschnittswerte handelt, kann grob gesagt werden, dass sowohl die systematische Literaturrecherche als auch die Interviewpartner Strecken von einigen hundert Kilometern als ideale Transportstrecken für den Intermodalverkehr bezeichnen. Interessant waren die zwei Beispiele der Interviewpartner, in denen die Strecken 50 km und 7 km betragen. In einem Fall stellt die intermodale Transportlösung die bessere Variante als der Straßenverkehr dar, im anderen Fall handelt es sich um

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

eine Strecke, die regelmäßig abgefahren wird und wo kein Vorlauf mit dem LKW notwendig ist, da das Unternehmen ein Anschlussgleis hat. In beiden dieser Fälle gibt es unterschiedliche Gründe, warum sich die Unternehmen für die intermodale Transportlösung entschieden haben. Die Transportstrecke stellt aber keinen entscheidenden Grund dar, nicht auf den Schienenverkehr umzusteigen. Auch im Binnenschiffverkehr werden Kurstrecken gefahren, wenn es wirtschaftlich ist. Beim Intermodalverkehr handelt es um einen aufwendigeren Transportprozess, da mehrere Verkehrsmittel und Personen im Einsatz sind und Umschläge stattfinden. Daher wird er im Allgemeinen erst ab einer gewissen Strecke von ein paar hundert Kilometern als wirtschaftlich vorteilhaft betrachtet. Es gibt aber Fälle, in denen viel kürzere Strecken gefahren werden, somit können Unternehmen in jedem Fall, unabhängig von der Transportstrecke, über intermodale Lösungen nachdenken.

6.3.3 Ideale Industrien für den Intermodalverkehr

Als passende Güter für den Intermodaltransport wurden Massengüter, die nicht dringlich sind, genannt. Baumaterialien, wie Kiese, Schotter und Sande, stellen beispielsweise Massengüter in Österreich dar. Bezogen auf den Wirtschaftszweig eignen sich energieintensive Branchen gut. Diese emittieren im Produktionsablauf viel CO_2 -Ausstoß und können mit der Verlagerung der Transporte auf umweltfreundlichere Transportmittel den CO_2 -Ausstoß zumindest in den Logistikprozessen niedrig halten. Beispiele sind die Stahlbranche und die Zementindustrie. Zusätzlich kann die Bahn im Holztransport ihre Systemeigenschaften ausspielen. Transport von Holz kann es schnell zu einer Überladung kommen, weil das Holz schwerer wird, sobald es Feuchtigkeit aufnimmt, was zu einer Überladung des höchstmöglich zulässigen Gewichts des LKWs führt. Daher stellt der Güterzug eine gute Alternative für die Holzwirtschaft dar. In Deutschland ist zudem die chemische Industrie stark im Schienengüterverkehr vertreten, da die Unfallgefahr beim Güterzug geringer als beim LKW ist. In der chemischen Industrie werden sowohl Flüssigkeiten als auch Schüttgüter transportiert. Diese Güter können einen Container gut ausfüllen. Da der LKW im Vor- und Nachlauf 4 t mehr transportieren kann als im Direktverkehr, stellt der Intermodalverkehr einen Vorteil dar, wenn es sich um schwere Güter handelt. Des Weiteren wurde die Papier- und die Abfallindustrie genannt.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

In diesem Punkt konnte eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen der systematischen Literaturrecherche festgestellt werden. Güter in große Mengen, die nicht dringlich sein dürfen, stellen die idealen Güter für den Intermodalverkehr dar. Im Gegensatz zur systematischen Literaturrecherche wurde bei den Interviews das Argument genannt, dass der Intermodalverkehr eine passende Transportlösung für energieintensive Unternehmen darstellt. Unternehmen, die einen hohen Ausstoß an Emissionen in der Produktion haben, können mithilfe von intermodalen Transportlösungen die Summe der gesamten in der Logistikkette erzeugten Emissionen reduzieren. Abbildung 30 stellt die Industrien dar, welche für den Intermodalverkehr prädestinierte Produkte erzeugen.

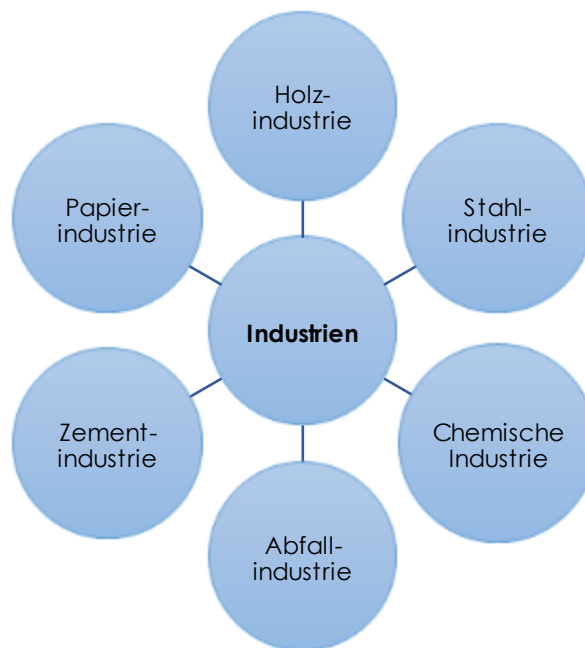


Abbildung 30: Ideale Industrien für den Intermodalverkehr²³³

6.3.4 Motivation für intermodale Transportlösungen

Bei der Frage, warum sich Unternehmen für intermodale Transportlösungen entscheiden, wurden am häufigsten Argumente genannt, die in die Kategorie Systemeigenschaften der Verkehrsmittel fielen. Den drei weiteren Kategorien Kostenaspekt, Umweltaspekt und sonstige Faktoren wurde jeweils dieselbe Anzahl an Argumenten zugeordnet. Somit wurde bei der Frage nach der Motivation der Unternehmen, die sich für intermodale Transportlösungen entscheiden, der

²³³ Quelle: Eigene Darstellung

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Kostenaspekt gleich oft wie der Umweltaspekt genannt. Bei einer Betrachtung des Gesamtinterviews wurden hingegen bei allen Interviewpartnern Aussagen festgestellt, die dafürsprechen, dass der Kostenfaktor die größte Rolle der Unternehmen bei der Entscheidung nach der Transportlösung spielt. „Die Ware sucht sich immer den billigsten Weg.“, „Der Preis ist immer in der Logistik die erste Entscheidung.“ und „Das grüne Mascherl ist der letzte Aspekt. Der wichtigste Aspekt ist der Preis.“ stellen drei Aussagen der Interviewpartner dar. Die steigende Entwicklung und somit auch Motivation der Unternehmen in Richtung umweltfreundlichere Logistiklösungen zu gehen, ist sicherlich mit den Klimazielen der EU verbunden. Ein weitere Interviewpartner nannte die Nachhaltigkeit als Motivationsfaktor, doch diese habe immer einen Business-Hintergrund mit einem wirtschaftlichen Vorteil. Konzerne, die dem internationalen Aktienhandel unterliegen, haben es bei CO_2 -intensiven Aktien beispielsweise schwerer, Fonds und Finanzierungen zu erhalten, da ein Großteil der Investmentfonds immer stärker in die Richtung energiearme, CO_2 -neutrale Unternehmen geht. Um nicht in Zukunft in Finanzierungsschwierigkeiten zu kommen, arbeiten Unternehmen an allen Ebenen an der Nachhaltigkeit, um nachweisen zu können, dass CO_2 -Emissionen reduziert werden.

Der Interviewpartner, welcher im Binnenschiffverkehr tätig ist, nannte die Systemeigenschaften dieses als ausschlaggebenden Motivationspunkt, da mit dem Binnenschiff Transporte mit großen Mengen an Massen- oder Schwergut und Übermaßtransporte relativ kostengünstig über weite Strecken abgewickelt werden können. Für die Abwicklung auf der Schiene spricht die höhere Zulassung des Gesamtgewichts der LKWs im Vor- und Nachlauf. Bei der Abwicklung des Intermodalverkehrs können LKWs 44 Tonnen, sonst nur 40 Tonnen transportieren. Somit kann jede zehnte Fahrt eingespart werden, was vor allem in Transporten von Massengütern einen interessanten Aspekt darstellt.

Als weitere Motivationspunkte für den Intermodalverkehr wurde die Standardisierung durch den Container, welche eine einfache Abwicklung ermöglicht, und der Vorteil des Güterzugs oder Binnenschiffs für bahnaffine Güter genannt, in Kapitel 6.2.3 wurde bereits auf bahnaffine Güter eingegangen. Für diese Güter stellt die Bahn die wirtschaftlich vorteilhaftere Lösung als der LKW dar. Die Kategorie der sonstigen Faktoren kann in die Unterpunkte Fahrverbote, Firmenphilosophie und gesetzliche

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Vorgaben gegliedert werden. Im Intermodalverkehr gibt es kein Nachtfahr- sowie sektorales Fahrverbot, mit solchen Anreizen wird der Intermodalverkehr von der Straßenverkehrsordnung gefördert. Ein Interviewpartner nannte die Firmenphilosophie als Entscheidungsgrund für intermodale Transportlösungen. Wenn sich das Management der Firma zu nachhaltiger Logistik bekennt, werden auch höhere Kosten für umweltfreundlichere Lösungen in Kauf genommen. Ein weiterer Interviewpartner bezeichnete den Bahntransport als eine Tradition in Unternehmen. Diejenigen, die ein Anschlussgleis haben und schon vor über 100 Jahren Bahnkunden waren, haben einen Bezug zum Güterverkehr und somit auch das Interesse, diesen zu nutzen. Von einem weiteren Interviewpartner wurden gesetzliche Vorgaben genannt, die Unternehmen dazu verpflichten unter gewissen Rahmenbedingungen ihre Güter mit dem Güterzug oder Binnenschiff zu transportieren, wie das Abfallwirtschaftsgesetz.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Der Preis stellt den entscheidenden Faktor bei der Transportentscheidung dar, daher entscheiden sich Unternehmen für die billigste Transportvariante. Der Umweltaspekt spielt eine große Rolle im Transportwesen, da er von allen Interviewpartnern thematisiert wurde, es gestaltet sich jedoch schwierig diesen hinsichtlich der Motivation für intermodale Transportlösungen zu bewerten. Aufgrund der Klimaziele der EU sind Unternehmen gezwungen, ihre Emissionen zu senken. Es wurde auch das Beispiel genannt, dass sich Unternehmen für intermodale Transportlösungen entscheiden, obwohl diese mehr kosten als der Direktverkehr. Trotzdem reduzieren diese Unternehmen ihren Anteil an Gesamtemissionen damit. Es handelt sich um politische Maßnahmen, mit denen Unternehmen durch finanzielle Mittel (z.B.: CO₂-Zertifikate) zu umweltfreundlicheren Lösungen motiviert werden sollen. In einigen Fällen stellen das Binnenschiff oder der Güterzug die wirtschaftlich vorteilhaftere Transportlösung für Unternehmen dar, da diese beiden Transportmittel gewisse Vorteile mit sich bringen, die im Straßenverkehr nicht gegeben sind. Beispielsweise können mit dem Binnenschiff oder Güterzug größere Mengen auf einmal transportiert werden.

6.3.5 Negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr

Als Gründe für die negative Einstellung wurden am häufigsten die Verspätung des Güterzugs gefolgt vom Unwissen über den Ablauf des Intermodalverkehrs genannt.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Zwei der Interviewpartner sehen diese negative Einstellung nur im internationalen Verkehr. Einer dieser Interviewpartner konnte die negative Einstellung im nationalen Containerverkehr nicht nachvollziehen, im Überseeverkehr hingegen sieht er die Transportverspätungen als Grund dafür an. Des Weiteren spielt für ihn die Haftbarkeit eine Rolle. Im Straßentransport kann der LKW-Fahrer haftbar gemacht werden, bei der Bahn ist häufig kein Ansprechpartner anwesend und niemand fühlt sich für die Ware zuständig. Ein weiterer Interviewpartner sieht im internationalen Verkehr die Verspätungen des Güterzugs als negativen Aspekt an, das Vertrauen der Kunden gegenüber dem Intermodalverkehr im nationalen Verkehr ist gegeben. Als mögliche Gründe für die Verspätung im internationalen Bereich wurde die Deutsche Bahn, welche derzeit sehr viele Baustellen hat, und der Lockführermangel in ganz Europa genannt. *(In Kapitel 6.3.8 wird auf diese Punkte näher eingegangen.)*

Zwei weitere Interviewpartner stimmten dieser Aussage nicht zu. Sie finden nicht, dass der Intermodalverkehr negativ behaftet ist, doch können Bedenken neuer Kunden nachvollziehen. Der Straßenverkehr hat in den Unternehmen meist eine längere Geschichte und jene, die noch nie mit dem Intermodalverkehr gearbeitet haben, sehen nur die negativen Dinge, wie die längere Transportzeit und die höhere Komplexität. Dabei kann jeder Verloader seine Sendungen von heute auf morgen auf den Intermodalverkehr verlagern. Die Abholung erfolgt wie gewohnt mit dem LKW und es handelt sich um die gleichen Dokumente wie im unimodalen Straßenverkehr. Die Verspätung des Güterzugs ist kein wahres Argument, da es mit dem LKW auch zu Verspätungen kommen kann, wenn er im Stau steht. Die Lagerung an Terminals bietet die pünktlichste Variante, vorausgesetzt es handelt sich um kurze Strecken zwischen Terminal und Unternehmen. In diesem Fall können Unternehmen am Vortag oder in der Früh die benötigten Güter, die am Terminal gelagert sind, bestellen und sie werden ihnen Just-in-Time zugeliefert. Bedenken neuer Kunden sind berechtigt, die Aufgabe besteht darin, sie von der intermodalen Lösung zu überzeugen. Interviewpartner, die der negativen Einstellung zustimmten, sahen neben der Unpünktlichkeit und dem fehlenden Wissen über den Ablauf, die Komplexität und schlechte Kommunikation als weitere Gründe an. Da der Container öfters umgeschlagen wird, wird der Transportprozess komplexer als der im Direktverkehr und gleichzeitig wird viel Kontrolle aus der Hand gegeben. Die Kommunikation stellt ein Problem bei der Transparenz dar, da es oft unklar ist, wo sich der Container in der Transportkette befindet. Die fehlende

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Digitalisierung eine Ursache dafür darstellt. Somit können Kunden nicht darüber informiert werden, ob Verspätungen eintreten. Ein Interviewpartner bezeichnete die Verspätungen im Personenverkehr als schlechten Erfahrungen, die im Privatleben mit der Bahn gemacht werden, und Einfluss aufs Berufsleben haben. Als Grund für das Unwissen über den Ablauf im Intermodalverkehr wurde die fehlende Lehre hervorgebracht, da der kombinierte Transport von Verkehrsmitteln mangelhaft vermittelt wird. Des Weiteren kennen sich Unternehmen zu wenig mit der Dienstleistung und den bestehenden Möglichkeiten aus. Häufig wird auch durch Mundpropaganda ein schlechtes Bild erzeugt.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

In diesem Punkt stimmen die Ergebnisse der Interviews, mit denen der systematischen Literaturrecherche überein und es wird, eine negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr festgestellt. Als Gründe dafür können die Verspätung der Güterzüge und das fehlende Wissen zum Ablauf des Intermodalverkehrs genannt werden. Pünktliche Transporte stellen für Unternehmen die Voraussetzung für eine funktionierende Logistikkette dar, daher werden Verspätungen nicht gerne gesehen. Darüber hinaus fehlt den Unternehmen das Wissen über den Ablauf des Intermodalverkehrs. Da mehrere Akteure in der Transportkette beteiligt sind, wird die Kommunikation aufwendiger und aufgrund des Umschlags der Container wird der Transportprozess komplexer. Häufig wird durch Mundpropaganda ein gewisses Bild geschaffen und intermodale Transportvarianten werden, ohne selbst die Erfahrung damit gemacht zu haben, negativ beurteilt. Des Weiteren wurde herausgefunden, dass der internationale Intermodalverkehr negativer als der nationale wahrgenommen wird. Die im grenzüberschreitenden Transport auftretenden Hürden, mit denen auch die Verspätung der Güterzüge einhergeht, stellen eine Ursache für die negative Einstellung darstellen.

6.3.6 Politische bzw. rechtliche Maßnahmen zur Förderung des Intermodalverkehrs

Die am häufigsten genannte Maßnahme konnten den Subkategorie *Investitionen in Infrastruktur* zugeordnet werden. Der Ausbau der Bahnstrecken stellt einen sehr wichtigen Faktor dar. Die Westbahnstrecke zwischen Wien und Salzburg beispielsweise

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

ist hoffnungslos überfüllt, ein weiteres Eintakten eines Güterzugs ist unmöglich. In solchen Fällen kann den Unternehmen nicht rechtlich vorgeschrieben werden, ihre Transporte auf die Schiene umzulegen, da es keine freien Strecken gibt. Des Weiteren wurden in den letzten Jahren viele Anschluss- und Nebenbahnen geschlossen, wodurch kleine Ortschaften nicht mehr erreicht werden können. Diese gehören wieder in Betrieb gesetzt, neue Anschlussbahnen gebaut und die öffentlichen Anlaufstellen ausgeweitet sowie neue Terminals errichtet. Ein Interviewpartner äußerte den Wunsch nach einer Spezialisierung der Terminals. Mit der Spezialisierung ist gemeint, dass Terminal gewisse Kernaufgaben erledigen, wie beispielsweise einer einen Leercontainerterminal darstellt, ein anderer wiederum für Reparaturen zuständig wäre.

Die zweithäufigste genannte Maßnahme konnte der Subkategorie *Internalisierung externer Kosten* entnommen werden. Es besteht der Wunsch nach gleichen Preisen für Schienen- und Straßentransporte. Die Operatoren des Schienenverkehrs sollten die Möglichkeit haben, ihre Dienstleistungskostenmäßig so anbieten zu können, um mit der Straße wettbewerbsfähig zu sein. Dies wäre einerseits durch Förderungen, Zuschüsse und Preisdeckelungen, andererseits durch die Internalisierung externer Kosten möglich. Wenn neben den wirtschaftlichen Kosten auch die externen Kosten berücksichtigt werden würden, würde die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zwischen Straße und Schiene oder Binnenschiff bessere Ergebnisse für die Schiene und das Binnenschiff liefern. Derzeit findet keine gerechte Kostenstruktur zwischen den Verkehrsmitteln statt.

Anschließend wurden Maßnahmen genannt, die der Kategorie *Gesetzliche Vorgaben zur Förderung des Intermodalverkehrs* zugeordnet wurden. Hier besteht die Forderung nach gesetzlichen Regelungen, die es verpflichtend machen bahnaffine Güter auf der Schiene zu transportieren, wie es bereits das Abfallwirtschaftsgesetz für den Abfall vorgibt. Des Weiteren sollte es bei Ausschreibung von Transportdienstleistungen verpflichtet gemacht werden, intermodale Transportlösungen anzubieten.

Die am nächsthäufigsten genannten Maßnahmen konnten den Kategorien *Finanzielle Förderungen* und *Standardisierung der Ressourcen* zugeordnet werden. Es besteht der Wunsch nach transparenten finanziellen Förderungen. Einerseits für Unternehmen, die intermodale Transportlösungen beziehen, andererseits für die Operateure des

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Schienengütergeschäfts, um ihre Dienstleistung billiger für die Kunden anbieten zu können. Das Eisenbahnfahren stellt ein nationalstaatliches Thema mit eigenen Rahmenbedingungen dar. Da die nationalen Unterschiede zu Zeitverzögerungen an den Grenzen führen, besteht die Forderung nach einem einheitlichen Bahnkonzept in Europa. Zwei der Interviewpartner kritisierten bereits vorhandene Maßnahmen, wie das Abfallwirtschaftsgesetz und finanzielle Förderungen. Gesetze wie das Abfallwirtschaftsgesetz widersprechen dem freien Warenfluss in Europa und schränken die Freiheit der Unternehmen ein. Genauso sind Förderungen, die Operateure des Schienengüterverkehrs bereits erhalten, nicht transparent genug. Diese fließen in die Frachtkalkulation ein und der Kunde weiß nicht, ob eine Förderung dabei ist oder nicht. Ein Interviewpartner sieht die Entstaatlichung des Schienengüterverkehrs, nicht des Personenverkehrs, als Maßnahmen zur Verbesserung des Intermodalverkehrs an. Wenn eine höhere Anzahl an Anbietern privat wäre, würde ein höherer wirtschaftlicher Druck zwischen den Anbietern vorherrschen und sie müssten ihre Produktivität erhöhen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Von einem anderen Interviewpartner wurde dieser Aspekt kritisch betrachtet, da die privaten Eisenbahnverkehrsunternehmen keine finanziellen Mittel haben, um den Einzelwagenverkehr abzuwickeln. Diese sind hauptsächlich für den Ganzzugverkehr von A nach B zuständig. Beim Einzelwagenverkehr werden die Einzelwagons jeweils bei Kunden abgeholt, kommen dann an einen Verschiebebahnhof und von dort aus fahren sie in verschiedenen Richtungen weiter. Um diese Mehrkosten, die beim Verschieben entstehen, abzudecken, wird der Einzelwagenverkehr vom österreichischen Staat gefördert.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Es wurden sowohl Maßnahmen, die bereits im Zuge der systematischen Literaturrecherche erforscht wurden, als auch neue politische Handlungen, die zu einer Steigerung des Intermodalverkehrs beitragen würden, genannt. Der Wunsch nach Investitionen in die Infrastruktur, die Standardisierung der Ressourcen und die Internalisierung externer Kosten stellen Maßnahmen dar, die auch in der Literatur genannt werden. Finanzielle Förderungen, Entstaatlichung der Schiene und gesetzliche Vorgaben zur Förderung des Intermodalverkehrs wurden im Zuge der Interviews erwähnt. Die wichtigste Maßnahme stellt der Ausbau der Infrastruktur dar. Im Schienengüterverkehr sind gewisse Strecken so überlastet, dass es nahezu

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

unmöglich ist einen weiteren Güterzug einzuplanen. Weitere politische Maßnahmen, wie beispielsweise finanzielle Förderungen für den Intermodalverkehr, sind sinnlos, wenn die Infrastruktur nicht vorhanden ist. Daher sollte in erster Linie die Infrastruktur erneuert und ausgebaut werden.

Des Weiteren besteht der Wunsch nach gleichen Kosten zwischen den Verkehrsmitteln. Unternehmen würden intermodale Transportvarianten in Betracht ziehen, wenn sie gleich viel kosten wie der Direktverkehr mit dem LKW, was mit der Internalisierung externer Kosten eintreten würde. Es gibt drei Möglichkeiten, um den Kostenaspekt zwischen den Verkehrsmitteln gerechter zu gestalten. Entweder der LKW wird teurer, wie beispielsweise durch die Internalisierung externen Kosten, die Dienstleistung der Betreiber des Güterzugs oder Binnenschiffs wird billiger, indem sie von der Regierung gefördert werden, oder Unternehmen, die intermodale Transportlösungen beanspruchen, erhalten Förderungen.

Eine strikte politische Maßnahme stellen gesetzliche Vorgaben dar, die Unternehmen zwingen, den Intermodalverkehr zu beziehen, wie das Abfallwirtschaftsgesetz, oder Transportdienstleister, die bei Transportausschreibungen dazu verpflichtet werden, auch intermodale Transportlösungen anbieten zu müssen. Einerseits besteht der Wunsch nach solchen strikten Maßnahmen, andererseits werden solche kritisiert, da sie selbständige Entscheidungen der Unternehmer einschränken.

Als letzte Maßnahme wurde die Privatisierung des Schienengüterverkehrs genannt. In Tabelle 17 werden die politischen Maßnahmen und deren Umsetzungsmöglichkeiten dargestellt.

Tabelle 17: Politische Maßnahmen und Umsetzungsmöglichkeiten zur Förderung des Intermodalverkehrs²³⁴

| Politische Maßnahmen | Umsetzungsmöglichkeiten |
|----------------------------------|---|
| Investitionen in Infrastruktur | Inbetriebnahme stillgelegter Anschluss- und Nebenbahnen, Bau neuer Bahnen und Terminals |
| Internalisierung externer Kosten | |

²³⁴ Quelle: Eigene Darstellung

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

| | |
|---|--|
| Gesetzliche Vorgaben zur Förderung des Intermodalverkehrs | Bahnaffine Güter verpflichten für Güterzug oder Binnenschiff, Intermodales Angebot bei Ausschreibungen |
| Finanzielle Förderungen | Finanzieller Zuschuss für Unternehmen, die intermodale Transportlösungen beziehen |
| Standardisierung der Infrastruktur | Einheitliches Bahnkonzept in Europa |
| Entstaatlichung der Schiene | Privatisierung aller Eisenbahnverkehrsunternehmen |

6.3.7 Maßnahmen zur Verbesserung der Dienstleistung

Die am häufigsten genannten Maßnahmen konnten der Kategorie *Verbesserung der Kommunikation* zugeordnet werden. Es besteht der Wunsch nach einer besseren Kommunikation zwischen den Beteiligten der intermodalen Transportkette. Ein Interviewpartner, welcher im Terminal tätig ist, kritisierte die Kommunikation zwischen den Speditionen und den Operatoren der Eisenbahnunternehmen. Bei Verspätung des Güterzugs beispielsweise ist das Terminal der Ansprechpartner der Spedition. Sobald etwas nicht passt, wird der Terminal kontaktiert, dieser wurde als Sammelpunkt für alles bezeichnet. Daher besteht der Wunsch nach mehr Transparenz und einer Verbesserung des Informationsaustauschs zwischen den Akteuren des Straßen- und Schienenverkehrs.

Im Binnenschiffverkehr werden einerseits die Rohstofftransporte von einem Lager zum anderen Lager abgewickelt, andererseits konventionelle Produkte. Bei den Rohstoffverträgen handelt es sich um Rahmenverträge mit den Unternehmen, die über ein Jahr abgeschlossen werden. In diesem Fall spielt die Pünktlichkeit keine so große Rolle, bei anderen Produkten ist die Pünktlichkeit sehr wichtig. Im Binnenschiffverkehr können keine stundengenauen Zeitpunkte angegeben werden, da Unsicherheitsfaktoren eine punktgenaue Anlieferung erschweren. Zu diesen zählen das Schleusen und Warten eines Schiffs sowie Witterungseinflüsse. Die Zeit der Ankunft wird geschätzt und Schiffverkehrsunternehmen praktizieren es so, dass der Kunden mindestens einmal darüber informiert wird, wo sich das Schiff zu diesem Zeitpunkt befindet.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Ein Interviewpartner, welcher in einer Spedition tätig ist, würde sich eine Änderung in der Verständigung mit den Bahnunternehmen wünschen. Eine Vernetzung zwischen Speditionen und Bahnunternehmen würde zu einer einfacheren Abwicklung und höheren Flexibilität führen. Dieser Interviewpartner geht auf den Punkt ein, der schon von einem Terminalbetreiber diskutiert wurde. Somit wird bei Verspätungen der Terminalbetreiber von den Speditionen kontaktiert, dieser würde sich aber eine direkte Kommunikation zwischen Spedition und Eisenbahnunternehmen wünschen. Um die Fahrt der LKWs zu den Terminals bestmöglich planen zu können, verlangt ein Interviewpartner, welcher in der Spedition tätig ist, von den Terminalbetreibern die genauen Zeitpunkte der Ankunft des Güterzugs. Ein anderer Interviewpartner, auch in der Spedition tätig, gab an, dass oft mehrere Routen an einem Tag von oder zum Terminal gefahren werden und so flexibler auf Verspätungen reagiert werden kann. Es wird versucht, die Bahnrouen so zu gestalten, dass mehrere Züge an einem Terminal zusammenkommen. Als Beispiel nannte er das Ruhrgebiet, wo Züge aus Rumänien, Tschechien, Skandinavien und Luxemburg zu einem Terminal fahren, dass relativ stetige Durchlaufzeiten der LKWs möglich sind und die LKW-Fahrer beschäftigt werden können.

Die Pünktlich bildet die zweite Maßnahme ab, die von den Interviewpartner genannt wurde. Die Unpünktlichkeit des Güterzugs stellt eine große Herausforderung für Terminals dar, da verspätete Züge den geplanten Ablauf blockieren. Doch nicht nur an den Terminals, auch bei den Speditionen besteht der Wunsch nach einer Verbesserung der Pünktlichkeit im Schienengüterverkehr. Ein Interviewpartner aus diesem Bereich kritisierte neben den Eisenbahnunternehmen auch die Terminals, die zu viele Aufträge einplanen. Es ist logisch, dass diese bestmöglich ausgelastet sein wollen, doch es ist bei Verspätungen dann unmöglich alle Aufträge abarbeiten zu können. Des Weiteren wird der Personenverkehr priorisiert und es kann ein verspäteter Zug nicht einfach gleich wieder eingetaktet werden.

Als Maßnahmen zur Verbesserung der Pünktlichkeit der Güterzüge wurde der Ausbau des Schienennetzes und der Terminals genannt, sowie die Vereinheitlichung der internationalen Barrieren genannt. *(In Kapitel 6.3.8 wird näher auf die internationalen Barrieren eingegangen.)* Ein weiterer Interviewpartner, auch im Terminal tätig, nannte eine höhere Zusammenarbeit auf europäischer Ebene als Maßnahme. Im Moment

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

herrscht ein starkes Konkurrenzdenken seitens der Eisenbahnunternehmen. Es wird wenig über Preise gesprochen, was für interessierte Unternehmen sehr mühsam ist. In einer Buchungsplattform, wo alle Eisenbahnunternehmen ihre Leistungen einspielen würden, könnten sich Unternehmen einen transparenten Überblick über alle Angebote verschaffen und diese buchen. Eine solche Maßnahme würde die Kommunikation über die Möglichkeiten des Intermodalverkehrs bei den Unternehmen deutlich steigern.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Eine Veränderung in der Kommunikation und Pünktlichkeit würde den Intermodalverkehr zu einer besseren Dienstleistung für den Endverbraucher machen. Gefordert ist eine Verbesserung der Kommunikation zwischen den Akteuren der intermodalen Transportkette sowie eine Kommunikation über die intermodalen Angebote an den Endverbraucher. In der intermodalen Transportkette sind mehr Akteure für den Transport als im Direktverkehr zuständig. Im Allgemeinen gibt es die Spedition, die einen Auftrag von einem Kunden hat, also einen Absender und einen Empfänger, dann gibt es noch das Eisenbahn- oder Binnenschiffverkehrsunternehmen und den Terminalbetreiber. Die Spedition hat eine Verpflichtung dem Kunden gegenüber diesen über Verspätungen zu informieren. Wenn der Güterzug nun verspätet als geplant im Terminal ankommt, und der LKW-Fahrer für den Nachlauf befindet sich schon am Terminal, wird beim Terminal nachgefragt, wo sich der Güterzug befindet. In so einem Fall hätten die Terminalbetreiber gern einen besseren Informationsaustausch zwischen der Spedition und dem Eisenbahnunternehmen, die Speditionen verlangen einen Kommunikationsaustausch mit den Eisenbahnunternehmen. Des Weiteren führen verspätete Güterzüge auch zu Änderungen des geplanten Ablaufs an den Terminals. Diese würden sich einen besseren Informationsaustausch mit den Eisenbahnunternehmen wünschen. Der Ausbau der Infrastruktur des Schienennetzes würde eine Verbesserung in der Pünktlichkeit erzielen, da gleichzeitig mehr Züge fahren könnten. Zudem wurde der Wunsch nach einer engeren europäischen Zusammenarbeit der Akteure geäußert. Für Unternehmen, die Interesse an intermodalen Transportlösungen haben, ist es schwierig Auskünfte darüber zu erhalten.

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

6.3.8 Herausforderungen bei der Durchführung des Intermodalverkehrs

Eine große Schwierigkeit des Intermodalverkehrs stellen die internationalen Unterschiede der Eisenbahn dar. Als internationale Barrieren wurden der Lockführerwechsel an der Grenze, der Lockwechsel an der Grenze, der in einigen Fällen notwendig ist, und die nationalen Unterschiede in den Spurweiten und den Stromnetzen genannt. Jener Lockführer, der die Lock fährt, muss die Sprache des Landes beherrschen, in dem er fährt. Einige der Interviewpartner sehen die Baustellen in Deutschland als Barriere an. Da hier die Infrastruktur in den letzten Jahren vernachlässigt wurde, muss viel nachgeholt werden. Daher gibt es derzeit viele Baustellen. Dies führt dazu, dass weniger Rundläufe gemacht werden können und Züge abgestellt werden, bis die Ressourcen wieder frei zum Weiterfahren sind, was die Pünktlichkeit der Züge beeinflusst. Ein Interviewpartner nannte multinationale Lokomotiven, die für jedes Stromnetz eingestellt werden können als eine Verbesserungsmaßnahmen an, da dann kein Lockwechsel durchgeführt werden muss. Im Gegensatz zur Eisenbahn führt der länderübergreifende Binnenschiffverkehr zu keinen großen Schwierigkeiten. Ein Schiffsführer braucht eine Zulassung für die Wasserstraße, beispielsweise für die Donau oder den Rhein. Es gibt nationale Vorgaben, doch diese haben keinen negativen Einfluss auf die Dienstleistung.

Eine weitere Herausforderung bilden die volatilen und variablen Energiepreise ab. Ein Interviewpartner sprach hierbei nicht von einer Energiekrise, sondern von einer Energieunsicherheit, da man nicht weiß, wie die Strompreise in naher Zukunft aussehen werden. Bei einer Energiekostensteigerung werden von den Eisenbahnunternehmen höhere Preise verlangt werden müssen, womit der Intermodalverkehr unattraktiver für den Endkunden wird. Bis jetzt war es im Schienengüterverkehr möglich Preise für die nächsten 2 bis 3 Jahre zu fixieren, so wussten Kunden wie viel sie der Transport von einer gewissen Menge die nächsten Jahre kosten wird. Im Moment wird zwar ein Anteil des Stroms für die österreichische Bahn selbst erzeugt und es wird daran gearbeitet, dass dieser Anteil höher wird, der Rest wird aber am Markt gekauft. Damit Unternehmen besser planen und kalkulieren können, wurde der Wunsch nach einem Strompreisdeckel für den Bahnstrom geäußert. Es besteht die Angst, dass es aufgrund dieser Situation zu einer Rückverlagerung des Schienenverkehrs auf den

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

Straßenverkehr kommt. „Wenn sich etwas verlagert von der Schiene auf die Straße, kommt es nie wieder auf die Schiene zurück, das ist eine lebende Philosophie und leider Gottes eine Tatsache“, so ein im Terminal tätiger Interviewpartner.

Einige Interviewpartner thematisierten den Personalmangel in der Transportbranche. Ein Interviewpartner sprach von einem Lockführermangel in Europa. Ein weiterer nannte neben dem Lockführermangel auch einen Fachkräftemangel beim Bau und Erhalt der Infrastruktur. Der LKW-Fahrermangel wird höher als der Lockführermangel eingestuft, was einerseits zu einem Vorteil des Güterzugs und Binnenschiffs führen könnte, andererseits sind die LKWs für den Vor- und Nachlauf im Intermodalverkehr notwendig. Eine Umgestaltung würde autonome oder ferngesteuert fahrende Züge darstellen. Eine andere Technologie bilden automatische Kupplungen ab, mit denen für das Verschieben der Züge weniger Personal benötigt wird.

Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Da die internationalen Barrieren einen Einfluss auf die Unpünktlichkeit des Güterzugs haben und die Verbesserung der Pünktlichkeit als eine dringend notwendige Maßnahme zur Steigerung der Dienstleistung genannt wurde, wurde auf einige dieser Barrieren eingegangen. Der Lockführerwechsel an den Grenzen beispielsweise stellt einen zeitintensiven Prozess in der Transportkette dar. Es besteht der starke Wunsch nach einer Vereinheitlichung des Schienennetzes in Europa. Als weitere Herausforderung wurden die Energiekosten genannt, da bei höheren Energiekosten die Preise für den Intermodalverkehr steigen. Es wurde bereits in einem der vorherigen Kapitel gesagt, dass energieintensive Unternehmen ein höheres Interesse für intermodale Transportlösungen aufweisen, da sie somit ihre Gesamtemissionen niedriger halten können. Gleichzeitig führen höhere Energiepreise zu höheren Preisen im Intermodalverkehr, wodurch potenziell interessierte Kunden des Intermodalverkehr verloren gehen. Um den Intermodalverkehr durch höhere Preise nicht unattraktiv zu machen, sind politische Maßnahmen, wie Strompreisdeckelungen, für den Bahnstrom erforderlich. Ebenso stellt der Personalmangel ein Thema in der Transportbranche dar. Neben systemrelevanten Fachkräften für den Schienenverkehr fehlen auch LKW-Fahrer im Straßenverkehr. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels wurde der LKW-Fahrermangel als Grund für die steigende Entwicklung des Intermodalverkehr

Erarbeiten von ökonomischen und ökologischen Potentialen und Herausforderungen des Intermodalverkehrs im Staubgütertransport

Spezifizierung der Potentiale, Herausforderungen und Barrieren für den Intermodalverkehr anhand von Experteninterviews

genannt. Trotzdem könnte er sich auch negativ auf den Intermodalverkehr auswirken, da er für den Vor- und Nachlauf gebraucht wird.

7 Zusammenfassung der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse, die im Zuge der systematischen Literaturrecherche und Experteninterviews ermittelt wurden, präsentiert. Da die zentrale Forschungsfrage in mehrere Teilfragen unterteilt wurde, werden im Folgenden alle Teilfragen einzeln beantwortet.

Welche Barrieren treten bei der Planung und Durchführung des Intermodalverkehrs beim Transport von Staubgütern auf?

Eine Barriere, die bei der Umsetzung des Intermodalverkehrs im Weg steht, stellt die negative Einstellung oder Ablehnung der Kunden und Logistikdienstleister gegenüber dem Intermodalverkehr dar. Als Gründe für diese Einstellung werden einerseits negative Aspekte der Dienstleistung, mit denen schlechte Erfahrung gemacht wurden oder durch die ein schlechtes Bild erzeugt wird, und das fehlende Wissen über den Ablauf des Intermodalverkehrs genannt. Als negative Aspekte der Dienstleistung werden die Unpünktlichkeit des Güterzugs, schlechte Kommunikation zwischen den Personen in einer intermodalen Transportkette und eine höhere Komplexität des Transportprozesses als im Direktverkehr definiert.

Da im Intermodalverkehr mehrere Verkehrsmittel und Personen am Transportprozess beteiligt sind und zusätzlich ein Umschlag stattfindet, handelt es sich um einen aufwendigeren Transportprozess als im Direktverkehr. Daher wird er als nicht effizient für kleine Gütermengen auf kurzen Strecken, die dringlich sind, betrachtet. Das gegenwärtige europäische Transportgeschäft besteht hauptsächlich aus kleinen Gütermengen mit hoher Zeitsensibilität, was gegen den Intermodalverkehr spricht.

Bei der Planung des Intermodalverkehrs kommt es zu einem höheren Aufwand als beim Direktverkehr, da der Vor-, Nachlauf und der Umschlag organisiert werden müssen. Vor allem im grenzüberschreitenden Verkehr treten administrative Barrieren, langdauernde Prüfvorgängen und unkoordinierten Prozessen auf, da es keine zentrale Verwaltungsstelle gibt, die für die gesamte Transportkette verantwortlich ist. Des Weiteren können infrastrukturelle Barrieren genannt werden. Es herrscht ein geringes Schienen- und Binnenschiffverkehrsnetz, viele Anschlussbanen wurden in den letzten Jahren stillgelegt und Engpässe an den Terminals bezüglich der Kapazitäten und Öffnungszeiten.

Während der Durchführung des Intermodalverkehrs erschweren die internationalen Unterschiede der Eisenbahn den Intermodalverkehr. Wenn zusätzlich zum geringen Schienenverkehrsnetz Baustellen auf der Schiene stattfinden, können weniger Züge fahren und es wird die Pünktlichkeit der Züge beeinflusst. Eine weitere Herausforderung bilden volatile und variable Energiepreise ab, da die Preise für die nächsten Jahre nicht fixiert werden können und hohe Energiekosten zu einer Erhöhung der Dienstleistung führen.

Politische und rechtliche Barrieren stellen schwerbeeinflussbare Rahmenbedingungen dar, haben aber einen großen Einfluss auf das Transportgeschehen. Aufgrund behördlicher Maßnahmen sind zeitaufwendige Planungs- und Genehmigungsverfahren bei der Einführung des Intermodalverkehrs notwendig. Der LKW zählt als Niedrigpreiskonkurrent für den Güterzug und das Binnenschiff. Durch die staatliche Regulierung der Eisenbahn wird kein Wettbewerb in diesem Bereich zugelassen.

Was ist die ausschlaggebende Motivation für Unternehmen, intermodale Transportlösungen zu beziehen?

Der Preis stellt den größten Einflussfaktor auf die Entscheidung der Transportvariante dar. Die Nachhaltigkeit ist ein Motivationsfaktor, wenn dadurch ein wirtschaftlicher Vorteil erreicht wird. Somit motivieren die von der Politik ernannten Maßnahmen Unternehmen in Richtung nachhaltige Logistiklösungen zu gehen und den Transport vom LKW auf den Güterzug oder das Binnenschiff zu verlagern. Zudem spielen die systemrelevanten Eigenschaften der Verkehrsmittel eine Rolle bei der Transportentscheidung, da gewisse Vorteile des Binnenschiffs und Güterzugs genutzt werden können. Mit dem Güterzug und Binnenschiff können im Gegensatz zum LKW größere Mengen auf einmal transportiert werden. Damit sind weniger Fahrten als mit dem LKW notwendig.

Welche politischen Maßnahmen würden zu einer höheren Förderung des Intermodalverkehrs beitragen?

Mit gewissen politischen Maßnahmen können die Barrieren des Intermodalverkehrs gemildert und seine Umsetzung gefördert werden. Eine dieser politischen Maßnahmen stellt die Internalisierung externer Kosten dar. Derzeit findet keine gerechte

Kostenverteilung zwischen den Verkehrsmitteln statt. Dies würde sich durch die Internalisierung externer Kosten ändern und positiv auf den Güterzug und das Binnenschiff auswirken. Neben der Internalisierung externer Kosten besteht auch die Möglichkeit Unternehmen, die intermodale Transportlösungen beziehen, finanziell zu fördern oder Eisenbahnunternehmen zu unterstützen, sodass sie ihre Dienstleistung günstiger anbieten können.

Aufgrund der infrastrukturellen Engpässe besteht die Forderung nach Investitionen in die Infrastruktur. Dafür gehören die geschlossenen Anschluss- und Nebenbahnen wieder in Betrieb gesetzt und neue Bahnen und Terminals gebaut. Neben dem Ausbau der Infrastruktur sollte auch eine Standardisierung der Verkehrsinfrastruktur im internationalen Rahmen angestrebt und die vorhandenen Kapazitäten bestmöglich genutzt werden durch die Verbesserung der Öffnungszeiten an den Terminals oder der Fahrplangestaltung. Die Privatisierung aller Eisenbahnverkehrsunternehmen würde zu einem stärkeren Wettbewerb führen.

Es besteht der Wunsch nach einer zentralen Informationsplattform, die Informationen über den Intermodalverkehr bereitstellt. Dies könnte mit einer „single-window-platform“ bereitgestellt werden. Diese bildet dann den einzigen Kontaktpunkt für den Informationsaustausch zwischen allen Beteiligten der Transportkette ab.

Da fehlendes Wissen über die ökonomischen und ökologischen Vorteile besteht, sollte die Regierung mittels Informationskampagnen auf den Intermodalverkehr aufmerksam machen.

Die fehlende Transparenz über die Leistung im Schienengüterverkehr stellt die größte Schwierigkeit zur Optimierung der Dienstleistung dar. Die Veröffentlichung von Daten, wie beispielsweise Pünktlichkeit, Verlässlichkeit des Netzes oder Durchschnittsgeschwindigkeiten der Anbieter, würde zu einer Verbesserung der Netzleistung führen. Derzeit wird der Personenverkehr auf der Schiene dem Güterverkehr vorgezogen. Es besteht der Wunsch nach einem Gleichgewicht zwischen dem Personen- und Schienenverkehr und Korridoren, die nur für den Güterverkehr ausgerichtet wären. Eine weitere Maßnahme zur Förderung stellt die Verpflichtung dar, intermodale Transportlösungen ab gewissen Bedingungen in Betracht ziehen zu müssen, wie das Abfallwirtschaftsgesetz.

Welche Maßnahmen führen zu einer Verbesserung des Ablaufs im Intermodalverkehrs?

Eine Verbesserung der Kommunikation untereinander und die Pünktlichkeit des Güterzugs würden die Arbeitsleistung der Beteiligten in der intermodalen Transportkette steigern und den Intermodalverkehr zu einer besseren Dienstleistung für den Endverbraucher machen. Aufgrund der Unpünktlichkeit des Güterzugs kommt es zu Veränderungen der Abläufe an den Terminals. Gleichzeitig plant die Spedition den Vor- und Nachlauf mit dem LKW, der bei Verspätungen des Güterzugs nicht rechtzeitig beladen oder entladen werden kann. Die Spedition hat zusätzlich eine Verpflichtung dem Absender oder Empfänger gegenüber, diesen über den Transportablauf zu informieren. Da sehr viele Personen an diesem Transport beteiligt sind, kommt es zu Schwierigkeiten in der Kommunikation. Der intermodale Transportprozess ist komplexer als der unimodale, da der Container öfters umgeschlagen und die Kontrolle öfters an andere übergeben wird. Oft ist es unklar, wo sich der Container in der Transportkette befindet. Die fehlende Digitalisierung stellt eine Ursache dafür dar. Durch eine kontinuierliche Rückverfolgung des Containers könnten die Abläufe der Terminals und Speditionen besser geplant werden. Investitionen in die Infrastruktur und die Vereinheitlichung der internationalen Barrieren stellen politische Maßnahmen dar, die zu einer Verbesserung der Pünktlichkeit führen.

Neben dem Informationsaustausch untereinander wird auch eine Verbesserung der Kommunikation über die Angebote, Preise, usw. der intermodalen Dienstleistung an den Endverbraucher gefordert. Da es für Unternehmen, die Interesse haben schwierig ist Auskünfte zu erhalten, würde sich eine Buchungsplattform, auf der Informationen über intermodale Angebote bereitgestellt werden und der Intermodalverkehr gebucht werden kann, positiv auswirken.

Für welche Produkte und ab welcher Transportstrecke stellen intermodale Lösungen die optimale Transportvariante dar?

Massengüter, die nicht dringlich sind, stellen passende Güter für den Intermodalverkehr dar, da sie mit dem Güterzug oder Binnenschiff in großen Mengen transportiert werden können. Da mit dem Güterzug oder Binnenschiff die Unfallgefahr geringer ist als beim LKW bildet der Intermodalverkehr die optimale Transportvariante für die chemische Industrie ab. In der neben Schüttgütern auch Flüssigkeiten

transportiert werden, die einen Container gut ausfüllen können. Genauso gut ist der Intermodalverkehr für die Holzindustrie geeignet, da Holz schwerer wird, wenn es Feuchtigkeit aufnimmt und es beim Direktverkehr mit dem LKW zu einer Überladung des höchstmöglich zulässigen Gewichts kommen kann.

Für energieintensive Branchen, wie die Stahl- oder Zementindustrie, stellt der Intermodalverkehr neben den oben genannten Aspekten einen weiteren Vorteil dar. Da diese Industrien in der Produktion einen hohen CO_2 -Ausstoß haben, kann mit der Verlagerung des Transports auf umweltfreundlichere Transportmittel der Anteil der Gesamtemissionen im Unternehmen reduziert werden.

Da der Intermodalverkehr komplexer und aufwendiger als der Direktverkehr ist, stellt er im Allgemeinen erst ab einer gewissen Strecke von ein paar hundert Kilometern eine wirtschaftlich vorteilhafte Transportlösung dar. Es gibt aber auch sehr kurze Strecken, die mit dem Güterzug oder Binnenschiff gefahren werden. Daher kann keine konkrete Transportstrecke als optimal für den Intermodalverkehr definiert werden, es hängt vom Einzelfall ab.

8 Conclusion

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, die Herausforderungen und Potentiale des Intermodalverkehrs zu ermitteln. Die Planung des Intermodalverkehrs ist mit einem höheren organisatorischen Aufwand als die des Direktverkehrs verbunden, da der Vor-Nachlauf und der Umschlag geplant werden müssen. Bei der Durchführung kommt es aufgrund der nationalen Unterschiede der Eisenbahn zu Verzögerungen an den Grenzen und somit dauern die Transporte länger als mit dem LKW. Zudem kommt es häufig zu Verspätungen. Dies kann nur durch eine Vereinheitlichung des Schienennetzes auf globaler Ebene behoben werden, daher ist eine Zusammenarbeit im internationalen Bereich erstrebenswert. Multinationale Lokomotiven, die an jedes Stromnetz angeschlossen werden können, ersparen den Lockwechsel an den Grenzen. Beim Intermodalverkehr sind mehr Akteure als im Direktverkehr beteiligt, somit gestaltet sich die Kommunikation zu Kunden schwieriger. Verbesserungspotential besteht beispielsweise in der Implementierung von Ortungs- und Verfolgungssystemen der Ladungsträger und Waggonen. Es gibt gewisse Güter, die sich besser für den Intermodalverkehr eignen als andere. Massengüter, die nicht dringlich sind, stellen die optimalen Güter für den Intermodalverkehr dar, da sie mit dem Güterzug oder Binnenschiff in großen Mengen transportiert werden können. Für zeitkritische Güter besteht Potential darin, diese früher mit dem Güterzug oder Binnenschiff zu transportieren und an Terminals zu lagern. Wenn es sich um kurze Strecken zu den Kunden handelt, kann eine Just-in-Time Lieferung von den Terminals garantiert werden. Daher sollte in den Ausbau der Schieneninfrastruktur investiert werden. Es gibt keine Prognosen darüber, wie viele Güterzüge in das bestehende Schienennetz neu eingetaktet werden können und wie viele freie Lagerflächen es an den Terminals gibt. Die Darstellung von Szenarien, die mögliche intermodale Transporte abbilden, beispielsweise von allen Zementproduktionen in Österreich, würde dabei helfen die bestehenden Engpässe der Infrastruktur konkret erforschen zu können. Es besteht Potential darin, Güter auch über kurze Strecken mit dem Güterzug zu transportieren. Speditionsunternehmen können davon ausgehen, dass das Interesse in Richtung intermodaler Transporte weiter steigen wird.

9 Literaturverzeichnis

(2013): 222 Keywords Logistik. Grundwissen für Fach- und Führungskräfte. Wiesbaden 2013.

Allianz pro Schiene: Externe Kosten, URL: <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/externe-kosten/> (Stand: 08.08.2022).

Allianz pro Schiene: Externe Kosten, URL: <https://www.allianz-pro-schiene.de/glossar/externe-kosten/> (Stand: 23.10.2022).

Allianz pro Schiene: Güterverkehr - Mehr Verkehr auf die Schiene, URL: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/gueterverkehr/> (Stand: 20.10.2022).

Allianz pro Schiene: Güterverkehr - Mehr Verkehr auf die Schiene, URL: <https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/gueterverkehr/> (Stand: 06.08.2022).

Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K. (2008): Handbuch Logistik. Berlin, Heidelberg 2008.

Baumgarten, H. (2008): Das Beste der Logistik. Berlin, Heidelberg 2008.

Baustoffe mit dem Binnenschiff, URL: <https://www.viadonau.org/fileadmin/content/viadonau/05Wirtschaft/Dokumente/2019/Abschlusspublikation.pdf> (Stand: 07.12.2022).

Beuthe, M.; Jourquin, B.; Urbain, N. (2014): Estimating Freight Transport Price Elasticity in Multi-mode Studies: A Review and Additional Results from a Multimodal Network Model. In: Transport Reviews, 34. Jg. (2014), Heft 5, S. 626-644.

Boehm, M.; Arnz, M.; Winter, J. (2021): The potential of high-speed rail freight in Europe: how is a modal shift from road to rail possible for low-density high value cargo? In: European Transport Research Review, 13. Jg. (2021), Heft 1.

Bundesministerium: Ausbauplan ÖBB, URL: https://www.bmk.gv.at/themen/verkehrsplanung/ausbauplan/plan_oebb.html (Stand: 06.12.2022).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie: Terminalhandbuch - Terminals in Österreich, URL:

<https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/transport/kombiverkehr/terminals-rola/oesterreich.html> (Stand: 21.11.2022).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021): Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich, URL:

[file:///C:/Users/hanak/Downloads/BMK_Mobilitaetsmasterplan2030_DE_UA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hanak/Downloads/BMK_Mobilitaetsmasterplan2030_DE_UA%20(1).pdf)
(Stand: 23.10.2022).

Büter, C. (2013): Außenhandel. Berlin, Heidelberg 2013.

Cavallaro, F.; Sommacal, G.; Božičnik, S.; Klemenčič, M. (2020): Combined transport in the Alps: Reasons behind a difficult acceptance and possible solutions. In: Research in Transportation Business & Management, 35. Jg. (2020), S. 100461.

Christoph Seidelmann (2010): 40 Jahre Kombierter Verkehr Straße-Schiene in Europa. Von Huckepackverkehr zum Intermodalen Transportsystem. Frankfurt am Main, Frankfurt am Main.

Claus Doll; Jonathan Köhler (2018): Reference and Pro Rail Scenarios for European Corridors to 2050, URL:

https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/sustainability-innovation/2018/WP15-2018_LowCarb_RFC_Rail-Scenarios.pdf (Stand: 19.10.2022).

Clausen, U.; Voll, R. (2013): A comparison of North American and European railway systems. In: European Transport Research Review, 5. Jg. (2013), Heft 3, S. 129-133.

Clemens Först: Die Bedeutung der Schiene für eine grüne Zukunft, URL:

<https://www.ak-umwelt.at/betrieb/?issue=2020-03> (Stand: 23.10.2022).

Containerhandbuch: Transporttechnologische Eigenschaften der Waren, URL:

https://www.containerhandbuch.de/chb/scha/index.html?chb/scha/scha_12_01.html (Stand: 26.11.2022).

Daniel Bongardt, Lena Stiller, Anthea Swart, Armin Wagner (2019): Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I), URL: https://www.transformative-mobility.org/assets/publications/ASI_TUMI_SUTP_iNUA_No-9_April-2019.pdf (Stand: 15.08.2022).

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH: Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I), URL:

https://ledsgp.org/app/uploads/2016/01/SUTP_GIZ_FS_Avoid-Shift-Improve_EN.pdf
(Stand: 15.08.2022).

dispo (04.11.2022): Bau Beton wechselt von der Straße auf die Schiene, URL:
<https://dispo.cc/transport/bau-beton-wechselt-von-der-strasse-auf-die-schiene/>
(Stand: 21.11.2022).

Dyckhoff, H.; Souren, R. (2007): Nachhaltige Unternehmensführung. Grundzüge
industriellen Umweltmanagements ; mit 13 Tabellen, Springer-Lehrbuch. Berlin,
Heidelberg 2007.

Economic Commission for Europe (2001): Terminologie des kombinierten Verkehrs.
New York and Geneva, New York and Geneva.

(11.08.2019): Experteninterview durchführen, transkribieren und auswerten (Mit
Muster-Leitfaden), URL: <https://shribe.de/experteninterview-durchfuehren/> (Stand:
11.02.2023).

Flodén, J.; Bärthel, F.; Sorkina, E. (2017): Transport buyers choice of transport service –
A literature review of empirical results. In: Research in Transportation Business &
Management, 23. Jg. (2017), S. 35-45.

Frémont, A.; Franc, P. (2010): Hinterland transportation in Europe: Combined transport
versus road transport. In: Journal of Transport Geography, 18. Jg. (2010), Heft 4,
S. 548-556.

Gleißner, H.; Femerling, C. (2008): Logistik. Grundlagen - Übungen - Fallbeispiele ;
Bachelor geeignet, Lehrbuch. , Wiesbaden 2008.

Gudehus, T. (2004): Logistik. Grundlagen - Strategien - Anwendungen, Engineering
online library. 2., aktualisierte und erw. Aufl., Berlin u.a. 2004.

Guglielminetti, P.; Piccioni, C.; Fusco, G.; Licciardello, R.; Musso, A. (2017): Rail Freight
Network in Europe: Opportunities Provided by Re-launching the Single Wagonload
System. In: Transportation Research Procedia, 25. Jg. (2017), S. 5185-5204.

Hans-Peter Hasenbichler (2019): Handbuch der Donauschifffahrt. 4. Aufl.

Heinold, A.; Meisel, F. (2018): Emission rates of intermodal rail/road and road-only
transportation in Europe: A comprehensive simulation study. In: Transportation
Research Part D: Transport and Environment, 65. Jg. (2018), S. 421-437.

Heinrich Martin (2006): Transport- und Lagerlogistik. Planung, Struktur, Steuerung und Kosten von Systemen der Intralogistik. 6. Aufl.2006.

Hu, Q.; Gu, W.; Wang, S. (2022): Optimal subsidy scheme design for promoting intermodal freight transport. In: Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 157. Jg. (2022), S. 102561.

Isabel Süner, J. W.: Das transeuropäische Verkehrsnetz TEN-T, URL: <https://www.hwwi.org/hwwi-insights-ausgabe-06-2014/das-transeuropaeische-verkehrsnetz-ten-t/hwwi-rohstoffpreisindex-weiter-gestiegen.html> (Stand: 10.11.2022).

Islam, D. M. Z.; Dinwoodie, J.; Roe, M. (2006): Promoting Development through Multimodal Freight Transport in Bangladesh. In: Transport Reviews, 26. Jg. (2006), Heft 5, S. 571-591.

Islam, D. M. Z.; Ricci, S.; Nelldal, B.-L. (2016): How to make modal shift from road to rail possible in the European transport market, as aspired to in the EU Transport White Paper 2011. In: European Transport Research Review, 8. Jg. (2016), Heft 3.

Janic, M.; Vleugel, J. (2012): Estimating potential reductions in externalities from rail-road substitution in Trans-European freight transport corridors. In: Transportation Research Part D: Transport and Environment, 17. Jg. (2012), Heft 2, S. 154-160.

Jeschke, S.; Isenhardt, I.; Hees, F.; Henning, K. (2016): Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2015/2016. Cham 2016.

Joris D'Incà, Björn Maul, Ralf-Charley Schultze, Akos Ersek (2020): Impact of the new EU road haulage rules on combined transport, URL: <http://www.uirr.com/>.

Kellner, F. (2016): Allocating greenhouse gas emissions to shipments in road freight transportation: Suggestions for a global carbon accounting standard. In: Energy Policy, 98. Jg. (2016), S. 565-575.

Kuckartz, U. (2018): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung, Grundlagentexte Methoden. 4. Auflage, Weinheim u.a. 2018.

Kuhlmann, A. S. (2013): Konstruktion und Implementierung eines Optimierungsmodells für den Kombinierten Güterverkehr. Mit der Fokussierung auf ein Umschlagterminal.

Zugl.: Duisburg-Essen, Univ., Diss. 2013, Information - Organisation - Produktion.
Wiesbaden 2013.

Kummer, S. (2006): Einführung in die Verkehrswirtschaft, UTB Betriebswirtschaftslehre,
Bd. 8336. Wien 2006.

Kurtuluş, E.; Çetin, İ. B. (2020): Analysis of modal shift potential towards intermodal
transportation in short-distance inland container transport. In: Transport Policy, 89. Jg.
(2020), S. 24-37.

Kurzdarstellung zur Europäischen Union: Transeuropäischen Netze - Leitlinien, URL:
[https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/135/transeuropaische-netze-
leitlinien](https://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/135/transeuropaische-netze-leitlinien) (Stand: 07.11.2022).

Lättilä, L.; Henttu, V.; Hilmola, O.-P. (2013): Hinterland operations of sea ports do
matter: Dry port usage effects on transportation costs and CO2 emissions. In:
Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 55. Jg. (2013),
S. 23-42.

Lee, Y. J.; Cho, H. C.; Han, D. S.; Han, G. J.; Lee, J. W.; Lee, K. S. (2009): Technical
trends and analysis of development of dual mode trailer systems for enhancing
railroad logistics. In: : 2009 IEEE International Conference on Automation and
Logistics. 2009, S. 2077-2081.

Li, Q.; Rezaei, J.; Tavasszy, L.; Wiegmans, B.; Guo, J.; Tang, Y.; Peng, Q. (2020):
Customers' preferences for freight service attributes of China Railway Express. In:
Transportation Research Part A: Policy and Practice, 142. Jg. (2020), S. 225-236.

Lin, N. (2019): CO2 emissions mitigation potential of buyer consolidation and rail-
based intermodal transport in the China-Europe container supply chains. In: Journal
of Cleaner Production, 240. Jg. (2019), S. 118121.

Martinez, L.; Kauppila, J.; Castaing, M. (Hrsg.) (2014): International freight and related
CO2 emissions by 2050: A new modelling tool. 2014.

Massengut, URL: <https://www.bwl-lexikon.de/wiki/massengut/> (Stand: 13.01.2023).

Merchan Arribas, A.; Belboom, S.; Léonard, A. (Hrsg.) (2018): Study of an international
intermodal freight route based on an Environmental Life Cycle Assessment
perspective. 2018.

Merlak, J.; Groznik, A.; Al-Mansour, F. (2019): Determination of environmental footprint of inland container terminals. In: Journal of Applied Engineering Science, 17. Jg. (2019), Heft 2, S. 144-156.

MINDUR, L. (2021): COMBINED/INTERMODAL TRANSPORT - THE GLOBAL TRENDS. In: Transport Problems, 16. Jg. (2021), Heft 3, S. 65-75.

Mortimer, P.; Islam, D. M. Z. (2014): A comparison of North American and European railway systems – a critique and riposte. In: European Transport Research Review, 6. Jg. (2014), Heft 4, S. 503-510.

Niculescu, M.-C.; Minea, M. (2016): Developing a Single Window Integrated Platform for Multimodal Transport Management and Logistics. In: Transportation Research Procedia, 14. Jg. (2016), S. 1453-1462.

Otto Molerus (1985): Schüttgutmechanik. Grundlagen und Anwendungen in der Verfahrenstechnik. 1985.

Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C. D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; Moher, D. (2021): The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. In: BMJ (Clinical research ed.), 372. Jg. (2021), n71.

Pfohl, H.-C. (2010): Logistiksysteme. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 8. Aufl. 2010, Berlin, Heidelberg 2010.

Pfoser, S. (2022): Developing user-centered measures to increase the share of multimodal freight transport. In: Research in Transportation Business & Management, 43. Jg. (2022), S. 100729.

Pfoser, S.; Jung, E.; Putz, L.-M. (2018): Same river same rules? – Administrative barriers in the Danube countries. In: Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 3. Jg. (2018), Heft 3, S. 27-37.

Pizzol, M. (2019): Deterministic and stochastic carbon footprint of intermodal ferry and truck freight transport across Scandinavian routes. In: Journal of Cleaner Production, 224. Jg. (2019), S. 626-636.

Qi, Y.; Harrod, S.; Psaraffis, H. N.; Lang, M. (2022): Transport service selection and routing with carbon emissions and inventory costs consideration in the context of the Belt and Road Initiative. In: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 159. Jg. (2022), S. 102630.

(2016): Rail freight transport in the EU. Still not on the right track, Special report No 08, 2016. Luxembourg 2016.

Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021a): Numerical Modeling of Air Pollutants and Greenhouse Gases Emissions in Intermodal Transport Chains. In: *Journal of Marine Science and Engineering*, 9. Jg. (2021), Heft 6, S. 679.

Ramalho, M. M.; Santos, T. A. (2021b): The Impact of the Internalization of External Costs in the Competitiveness of Short Sea Shipping. In: *Journal of Marine Science and Engineering*, 9. Jg. (2021), Heft 9, S. 959.

Rat der Europäischen Union (26.04.2022): Maßnahmen der EU gegen den Klimawandel, URL: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/climate-change/> (Stand: 06.08.2022).

Reis, V. (2015): Should we keep on renaming a +35-year-old baby? In: *Journal of Transport Geography*, 46. Jg. (2015), S. 173-179.

Reis, V.; Fabian Meier, J.; Pace, G.; Palacin, R. (2013): Rail and multi-modal transport. In: *Research in Transportation Economics*, 41. Jg. (2013), Heft 1, S. 17-30.

Rene Grassinger (2009): Bedeutung und Entwicklung des kontinentalen Kombinierten Verkehrs, mit Schwerpunkt des Sattelauflegers als intermodale Ladeeinheit und Bezug auf das Wiencont Containerterminal Freudenu.

Renna, A.; Petrelli, M.; Carrese, S.; Bertocci, R. (2021): An Innovative Simulation Agent-Based Model for the Combined Sea-Road Transport as a DSS. In: *Sustainability*, 13. Jg. (2021), Heft 19, S. 10773.

Rodrigue, J.-P.; Notteboom, T. (2010): Comparative North American and European gateway logistics: the regionalism of freight distribution. In: *Journal of Transport Geography*, 18. Jg. (2010), Heft 4, S. 497-507.

- Roso, V. (2007):** Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note. In: *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12. Jg. (2007), Heft 7, S. 523-527.
- Rotaris, L.; Tonelli, S.; Capoani, L. (2022):** Combined transport: Cheaper and greener. A successful Italian case study. In: *Research in Transportation Business & Management*, 43. Jg. (2022), S. 100792.
- Saenger, K. J.; Simon, T.; Heinitz, F. (2021):** Capabilities of a Periodic Containerised Railfreight System in Germany. In: *Promet - Traffic & Transportation*, 33. Jg. (2021), Heft 6, S. 807-820.
- Schulze, D. (2006):** *Pulver und Schüttgüter. Fliesseigenschaften und Handhabung*, VDI-Buch. Berlin u.a. 2006.
- Schüttgut, URL: <https://www.epg.com/logistik-know-how/lexikon/schuettgut> (Stand: 26.11.2022).
- Schüttgut, URL: <https://www.spedition-transporte.de/logistik-glossar/schuettgut.html> (Stand: 26.11.2022).
- Smith, A. S. J.; Benedetto, V.; Nash, C. (2018):** The impact of economic regulation on the efficiency of European railway systems. In: *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 52. Jg. (2018), Heft 2, S. 113-136.
- Statistisches Bundesamt:** Güterverkehr, URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Gueterverkehr/_inhalt.html (Stand: 06.08.2022).
- Statistisches Bundesamt:** Güterverkehr, URL: https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Gueterverkehr/_inhalt.html (Stand: 20.10.2022).
- Töpfer, A. (2012):** *Erfolgreich Forschen*. Berlin, Heidelberg 2012.
- Transport and Climate Change (2007):** Holger Dalkmann, Charlotte Brannigan, URL: https://www.gtkp.com/assets/uploads/20091123-095443-1692-5e_TCC.pdf (Stand: 15.08.2022).

Transport von Schüttgut - Wie geht das?, URL:

<https://www.eurotransline.at/blog/transport-von-schuetttgut-wie-geht-das/> (Stand: 26.11.2022).

Transportleistung im Weltseehandel, URL:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/29428/umfrage/transportleistung-im-weltseehandel-seit-1980/> (Stand: 29.11.2022).

Tsamboulas, D.; Vrenken, H.; Lekka, A.-M. (2007): Assessment of a transport policy potential for intermodal mode shift on a European scale. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice, 41. Jg. (2007), Heft 8, S. 715-733.

Umfang des Welthandels mit Schüttgütern von 1970 bis 2008, URL:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/154586/umfrage/weltseehandel-mit-schuetttguetern-seit-dem-jahr-1970/> (Stand: 07.10.2022).

Umwelt Bundesamt (29.07.2013): Lagerung/Transport und Umschlag von Schüttgütern, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaftskonsum/industriebereiche/lagerungtransport-umschlag-von-stoffen/lagerungtransport-umschlag-von-schuetttguetern> (Stand: 22.06.2022).

Umwelt Bundesamt (19.10.2022): Low-emission zones in Germany, URL:

<https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/air/particulate-matter-pm10/low-emission-zones-in-germany>.

van Essen, H.; van Wijngaarden, L.; Sutter, D.; Bieler, C.; Maffii, S.; Fiorello, D.; Fermi, F.; Parolin, R.; Schrotten, A.; Brambilla, M.; El Beyrouthy, K. (2020): Handbook on the external costs of transport. Version 2019 - 1.1. Luxembourg 2020.

VCÖ-Mobilität mit Zukunft: Güterverkehr auf Klimakurs bringen, URL:

<https://vcoe.at/gueterverkehr> (Stand: 22.10.2022).

VCÖ-Mobilität mit Zukunft: Güterverkehr auf Klimakurs bringen, URL:

<https://vcoe.at/files/vcoe/uploads/News/VCoe-Factsheets/2020/2020-06%20G%C3%BCterverkehr%20auf%20Klimakurs%20bringen/VC%C3%96-Factsheet%20G%C3%BCterverkehr%20auf%20Klimakurs%20bringen.pdf> (Stand: 08.08.2022).

VCÖ-Mobilität mit Zukunft: Güterverkehr auf Klimakurs bringen, URL:

<https://www.vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/vcoe-factsheet-2020-06-gueterverkehr-auf-klimakurs-bringen> (Stand: 06.08.2022).

VCÖ-Mobilität mit Zukunft: Lkw-Verkehr kommt für verursachte Kosten nicht auf, URL:

<https://vcoe.at/files/vcoe/uploads/Themen/Gesellschaftliche%20Kosten%20des%20Verkehrs%20reduzieren/Kapitel%20PDFs/11%20Lkw-Verkehr%20kommt%20f%C3%BCr%20verursachte%20Kosten%20nicht%20auf.pdf>
(Stand: 22.10.2022).

viadonau (09.05.2017): Mehr Baustoffe auf das Binnenschiff, URL:

<https://www.viadonau.org/newsroom/news/detail/mehr-baustoffe-auf-das-binnenschiff> (Stand: 06.12.2022).

vom Brocke, J.; Simons, A.; Niehaves, B.; Riemer, K.; Plattfaut, R.; Cleven, A.:

Reconstructing the Giant: On the Importance of Rigour in Documenting the Literature Search Process. Uppsala, Sweden, 8-14 June 2009, Uppsala, Sweden, 8-14 June 2009.

(14.08.2022): Vorrang für Energietransporte auf der Schiene, URL:

<https://www.tagesschau.de/inland/energietransporte-vorrang-bahn-101.html> (Stand: 08.12.2022).

Wagener, N. (2014): INTERMODAL TRANSPORT IN EUROPE-OPPORTUNITIES THROUGH INNOVATION. In: Logforum, 10. Jg. (2014), Heft 4.

Wehking, K.-H. (2020): Technisches Handbuch Logistik 1. Berlin, Heidelberg 2020.

Werner Hess (02.11.2018): Begegnungsverkehr, URL: <https://www.speditionstransporte.de/logistik-glossar/begegnungsverkehr.html> (Stand: 26.06.2022).

WKO: CO₂-Bepreisung, URL:

<https://www.wko.at/branchen/industrie/mineraloelindustrie/co2-bepreisung.html>
(Stand: 07.11.2022).

WKO (22.11.2021): Schiene soll künftig mehr Abfalltransporte abwickeln, URL:

<https://news.wko.at/news/oesterreich/Schiene-soll-kuenftig-mehr-Abfalltransporte-abwickeln.html> (Stand: 31.10.2022).

Xing, Y.; Grant, D. B.; McKinnon, A. C.; Fernie, J. (2011): The interface between retailers and logistics service providers in the online market. In: European Journal of Marketing, 45. Jg. (2011), Heft 3, S. 334-357.

Zgonc, B.; Tekavčič, M.; Jakšič, M. (2019): The impact of distance on mode choice in freight transport. In: European Transport Research Review, 11. Jg. (2019), Heft 1.

Zsifkovits, H. E. (2012): Logistik, utb-studi-e-book, Bd. 3673. , Stuttgart u.a. 2012.

10 Anhang

A. Interviewfragebogen

Tabelle 18: Darstellung der Interviewfragen²³⁵

| Erzählaufforderung | | |
|---|--|---|
| Wie schon in der Vorstellung erwähnt, handelt meine Arbeit über die Potentiale und Herausforderungen im Intermodalverkehr. Erzählen Sie mir bitte mal, welche Projekte oder Maßnahmen Sie zur Förderung des Intermodalverkehrs in der Vergangenheit durchgeführt haben? | | |
| Inhaltlicher Aspekt | Aufrechterhaltungsfrage | Nachfrage |
| Wie sah die Entwicklung des Intermodalverkehrs in den letzten Jahren generell in Österreich aus? | Konnte durch eine Ihnen bekannte Maßnahme eine Steigerung des Interesses erreicht werden? | Konnte in den letzten Jahren ein gewisser Trend in der Entwicklung des Intermodalverkehrs abgeleitet werden? |
| Warum entscheiden sich Unternehmen Ihrer Meinung nach für intermodale Transportlösungen? Was ist der ausschlaggebende Punkt für die Motivation? | | |
| Welche Punkte halten Unternehmen von intermodalen Transportlösungen ab? | In der Literatur wurde berichtet, dass Unternehmen eine negative Einstellung gegenüber dem Intermodalverkehr haben. Woher kommt diese Einstellung Ihrer Meinung nach? | Würde Sie drauf eingehen, welche Projekte von Ihnen aus in den letzten Jahren durchgeführt wurden, um intermodale Transportlösungen für Transportunternehmen interessant zu machen? |
| Welche Potentiale sehen Sie in der Umsetzung des Intermodalverkehrs? | | |
| Welche neuen Marktchancen ergeben sich für Unternehmen, die intermodale Transportlösungen beziehen? | Wie sehen Sie die Entwicklung in Zukunft bezüglich des Intermodalverkehrs von oder aus Österreich weg? Sehen Sie in gewissen geographischen Lagen größere Potentiale als in anderen? | In welchen Ländern sehen Sie das größte Potentiale für intermodale Transporte von Österreich aus? In welchen Industrien sehen Sie die größten Potentiale? |
| Gibt es Möglichkeiten zur Vermarktung intermodaler Transportlösungen, beispielsweise in Form von Pilotprojekten? | | |

²³⁵ Quelle: Eigene Darstellung

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ab welcher durchschnittlichen Transportstrecke empfinden Sie intermodale Transportlösungen als wirtschaftlich vorteilhafter?</p> | | |
| <p>In der Literatur wird erwähnt, dass es im Intermodalverkehr aufgrund des Schienenverkehrs und der schwierig möglichen Planbarkeit der Aufträge an den Terminals häufig zu Verspätungen kommt. Gibt es Maßnahmen mit denen versucht wird, dieses Problem zu verbessern?</p> | | |
| <p>Die Umstellung des LKWs auf den Güterzug trägt einen positiven Beitrag zur Umwelt bei. Welche politischen/rechtlichen Maßnahmen würden ihrer Meinung nach zu einer noch höheren Förderung des Güterzugs in Österreich beitragen?</p> | | <p>Was würde Sie sich im Gegenzug von den Transportunternehmen und Verladern erwarten?</p> |
| <p>Wo sehen Sie die größten Barrieren bei der Umsetzung des Intermodalverkehrs aus der Sichtweise der Transportunternehmen?</p> | <p>Welche zusätzlichen Barrieren sehen Sie im internationalen Intermodaltransport?</p> | <p>Welche Maßnahmen werden vorgenommen, um diese zu verbessern?</p> |
| <p>Gibt es die Möglichkeit zur Vermarktung intermodaler Transportlösungen, beispielsweise in Form von Pilotprojekten?</p> | | |
| <p>Das wäre es von meiner Seite aus. Gibt es von Ihnen aus noch etwas, was Sie gerne anmerken möchten, was Ihnen wichtig ist, und was wir bisher noch nicht besprochen haben.</p> | | |